

**ANA-MAGDALENA
BRATU**

**CONSTANTIN
ZAHARIA**

RADIOIMAGISTICĂ MEDICALĂ

RADIOFIZICĂ și TEHNICĂ

AUTORI

**Ana-Magdalena Bratu
Danisia Haba
Iulia A. Sălcianu
Silvia Șovăilă
Victorița Ștefănescu**

**Constantin Zaharia
Bogdan V. Popa
Adrian P. Purcărea
Monica Popiel
Costin A. Minoiu**

Au colaborat:

**Crina Gheorghe
Graziella Grozavu
Alexandra Ciolănel**



**EDITURA UNIVERSITARĂ „CAROL DAVILA”
BUCUREȘTI, 2016**

ISBN: 978-973-708-901-4

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
BRATU, ANA-MAGDALENA

Radioimagnostică medicală : radiofizică și tehnică / Ana Magdalena Bratu,
Constantin Zaharia. - București : Editura Universitară Carol Davila, 2016

Conține bibliografie

ISBN 978-973- 708-901- 4

I. Zaharia, Constantin

616-073.7

Editura Universitară „Carol Davila” București a U.M.F. „Carol Davila” București este acreditată de Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior (CNCSIS), cu avizul nr. 11/23.06.2004.

În conformitate cu prevederile Deciziei Nr. 2/2009 a Consiliului Național al Colegiului Medicilor din România, privind stabilirea sistemului de credite de educație medicală continuă, pe baza căruia se evaluează activitatea de perfecționare profesională a medicilor, a criteriilor și normelor de acreditare a educației medicale continue, precum și a criteriilor și normelor de acreditare a furnizorilor de educație medicală continuă, Colegiul Medicilor din România acreditează (recunoaște) EDITURA UNIVERSITARĂ „CAROL DAVILA” BUCUREȘTI ca furnizor de EMC.

CUPRINS

Introducere.....	1
Capitol I. NOȚIUNI DE RADIOFIZICĂ	3
<i>C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu</i>	
I.1. Noțiuni de fizică a atomului	3
I.2. Fizica radiațiilor X	5
I.3. Proprietățile razelor X utilizate în radiodiagnostic.....	6
Capitol II. FORMAREA IMAGINII RADIOLOGICE	11
<i>Ana Magdalena Bratu</i>	
II.1. Legile fizice ale formării imaginii	12
II.2. Filmul radiografic	16
II.3. Developare	17
II.4. Calitatea filmului radiografic	19
II.5. Factori de calitate în aprecierea imaginii radiografice.....	19
II.6. Ecranul întăritor	20
Capitol III. NOȚIUNI DE RADIOPROTECȚIE.....	25
<i>C. Zaharia, Silvia Șovăilă</i>	
Capitol IV. SUBSTANȚELE DE CONTRAST.....	35
<i>Ana Magdalena Bratu, A. P. Purcărea</i>	
IV.1. Generalități	35
IV.2. Substanțele de contrast utilizate în radiologia convențională.....	36
IV.3. Substanțele de contrast utilizate în tomografia computerizată	38
IV.4. Reacții adverse apărute la administrarea intravasculară de substanțe de contrast iodate	39
IV.5. Metode de prevenire și combatere a incidentelor și accidentelor post-administrare a substanțelor de contrast.....	41
IV.6. Substanțele de contrast utilizate în ecografie	44
IV.7. Substanțele de contrast utilizate în rezonanța magnetică (IRM)	44
IV.8. Rolul asistentei în administrarea substanțelor de contrast intravenoase.....	46
Capitolul V. APARATUL DE RADIOLOGIE CONVENȚIONALĂ.....	47
<i>C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu</i>	
V.1. Componenta aparatului de radiologie	47
V.2. Tipuri de aparate radiologice	53

Capitol VI. ECOGRAFIA	55
<i>Iulia Alecsandra Sălcianu</i>	
VI.1. Generalități	55
VI.2. Proprietățile undelor ultrasonore	56
VI.3. Principiul ultrasonografiei	58
VI.4. Aparatul de ecografie.....	60
VI.5. Tipuri de investigare ecografică	64
VI.6. Avantajele și dezavantajele ecografiei.....	68
VI.7. Rolul asistentului de radiologie și imagistică medicală în ecografie	69
Capitol VII. TOMOGRAFIE COMPUTERIZATĂ	71
<i>Ana Magdalena Bratu, Iulia Alecsandra Sălcianu</i>	
VII.1. Noțiuni de radiofizică în tomografia computerizată.....	71
VII.2. Aparatura de tomografie computerizată – principii generale	73
VII.3. Formarea imaginii	77
Capitol VIII. IMAGISTICĂ PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ	81
<i>Ana Magdalena Bratu</i>	
VIII.1. Noțiuni de fizică.....	81
VIII.2. Aparatura de rezonanță magnetică	85
VIII.3. Indicațiile I.R.M.	87
VIII.4. Contraindicațiile I.R.M.	88
Capitol IX. NOȚIUNI DE RADIOLOGIE INTERVENȚIONALĂ VASCULARĂ ȘI NON-VASCULARĂ	90
<i>B.V. Popa, Monica Popiel, C.A. Minoiu</i>	
IX.1. Generalități	90
IX.2. Rolul asistentului medical în pregătirea sălii de angiografie și a pacientului pentru intervenție	93
IX.3. Tehnica metodei angiografice.....	93
IX.4. Tipuri de angiografii	94
IX.5. Proceduri diagnostice și terapeutice nonvasculare	99
IX.6. Contraindicațiile generale ale angiografiei	100
Capitol X. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A CRANIULUI	105
<i>Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia</i>	
X.1. RADIOANATOMIA CRANIULUI	105
X.2. REPERE ANATOMICE LA NIVEL CRANIAN	106
X.3. TEHNICI DE EXPLORARE A CRANIULUI.....	107
X.3.1.Explorarea radiologică convențională	107
1. Radiografia de craniu de față	107
1.1. Radiografia craniului de față incidență postero-anterioară	107
1.2. Radiografia craniului de față incidență antero-posterioară	108

2. Radiografia craniului de profil.....	108
3. Radiografia craniului incidență axială (Hirtz)	109
4. Radiografii în incidente speciale	110
4.1. Radiografia pentru șaua turcească	110
4.2. Incidența Chausse (antro-adito-timpanală)	110
4.3. Incidența laterală pentru apofiza stiloidă	111
4.4. Incidența Stenwers (occipito-zigomatică).....	111
4.5. Radiografia regiunii petro-mastoidiene (temporo-timpanică, Schuller)	112
4.6. Incidența pentru sinusurile anterioare ale feței	112
4.7. Incidența semiaxială a masivului facial	113
4.8. Incidența comparativă bilaterală pentru arcada zigomatică (May)	113
4.9. Incidența de profil a masivului facial.....	114
4.10. Incidența pentru orbite	114
4.11. Incidența de profil a oaselor nazale	114
4.12. Incidența oblică a mandibulei	115
4.13. Incidența pentru mandibulă de față.....	116
X.3.2. Examenul computertomografic al craniului.....	116
X.3.3. Examenul prin rezonanță magnetică al craniului.....	118
Capitol XI. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A COLOANEI VERTEBRALE	119
<i>Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia</i>	
XI.1. RADIOANATOMIA COLOANEI VERTEBRALE	119
XI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A COLOANEI VERTEBRALE	120
XI.2.1. Explorarea radiologică convențională	120
1. Radiografia de atlas și axis	120
2. Radiografia coloanei cervicale	121
2.1. Radiografia coloanei cervicale incidență de profil	121
2.2. Radiografia coloanei cervicale incidență de față	121
2.3. Radiografia coloanei cervicale incidență de trei sferturi	122
3. Radiografia joncțiune cervico-toracală.....	123
4. Radiografia coloanei toracale	123
4.1. Radiografia coloanei toracice de profil	123
4.2. Radiografia coloanei toracice de față	124
5. Radiografia coloanei lombare.....	125
5.1. Radiografia coloanei lombare de profil.....	125
5.2. Radiografia coloanei lombare de față.....	125
6. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian.....	126
6.1. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de profil.....	126
6.2. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de față.....	127

7. Mielografia.....	127
XI.2.2. Examenul computertomografic al coloanei vertebrale	127
XI.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a coloanei vertebrale.....	128
Capitol XII. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A TORACELUI.....	130
<i>Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia</i>	
XII.1. RADIOANATOMIA TORACELUI.....	130
XII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A TORACELUI.....	131
XII.2.1. Explorarea radiologică convențională	131
1. Radiografia sternului.....	131
1.1. Radiografia sternului de față în incidența postero-anterioară cu raza centrală oblică.....	131
1.2. Radiografia sternului de profil.....	132
2. Radiografia de torace osos.....	132
2.1. Radiografia toracelui osos de față (grilaj costal)	132
2.2. Radiografia toracelui osos de profil.....	133
3. Explorarea radiologică a plămânilor, cordului și mediastinului	133
3.1. Radiografia pulmonară de față incidența postero-anterioară	133
3.2. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară	134
3.3. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară, în decubit dorsal.....	134
3.4. Radiografia pulmonară de profil.....	135
3.5. Radiografia pulmonară în incidențe oblice	135
3.6. Radiografia pulmonară de față în decubit lateral, cu rază orizontală.....	136
3.7. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară, pentru vârfuri	136
XII.2.2. Examenul computertomografic a toracelui.....	137
XII.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a toracelui.....	138
Capitol XIII. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI DIGESTIV	139
<i>Ana Magdalena Bratu, A.P. Purcărea</i>	
XIII.1. RADIOANATOMIA APARATULUI DIGESTIV	139
1.1. Noțiuni de anatomie radiologică a tubului digestiv.....	139
1.2. Noțiuni de anatomie radiologică a glandelor anexe	142
XIII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI DIGESTIV	144
XIII.2.1. Explorarea radiologică convențională.....	144
1. Examenul radiografic fără substanță de contrast	144
1.1. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism.....	145
1.2. Radiografia abdominală pe gol în decubit lateral, cu raza orizontală	145
1.3. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism de profil.....	146

2. Examen radiologic cu substanță de contrast.....	146
2.1. Tehnica explorării fluoroscopice a faringelui.....	147
2.2. Tehnica explorării fluoroscopice a esofagului.....	148
2.3. Tehnica explorării fluoroscopice a stomacului și duodenului	149
2.4. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului subțire	149
2.5. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului gros (irigografie).....	150
XIII.2.2. Examenul computertomografic a aparatului digestiv	151
XIII.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a aparatului digestiv.....	152

Capitol XIV. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI UROGENITAL	154
<i>Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia</i>	
XIV.1. NOȚIUNI DE RADIOANATOMIE APARAT UROGENITAL.....	154
XIV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI UROGENITAL	159
XIV.2.1. Explorarea radiologică convențională	159
1. Examenul radiologic al aparatului urinar	159
1.1. Radiografia reno-vezicală simplă (RRVS).....	159
1.2. Urografia intravenoasă (UIV).....	160
1.3. Cistografia în incidență antero-posterioară	161
1.4. Cistografia în incidență oblică.....	161
1.5. Cistografia în incidență de profil.....	162
1.6. Uretrografia micțională la bărbat.....	162
1.7. Uretrografia micțională la femeie.....	162
2. Urografia intravenoasă (UIV).....	162
2.1. Contraindicații absolute.....	162
2.2. Pregătirea bolnavului pentru examenul urografic	163
2.3. Rolul asistentului în efectuarea examenului urografic	163
3. Examenul radiologic al aparatului genital	163
XIV. 2.2. Examenul computertomografic a aparatului urogenital.....	164
XIV. 2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a aparatului urogenital.....	165

Capitol XV. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A MEMBRULUI SUPERIOR	167
<i>Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia</i>	
XV.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI SUPERIOR	167
XV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A CENTURII SCAPULARE ȘI MEMBRULUI SUPERIOR LIBER.....	171
XV.2.1. Explorarea radiologică convențională	171
1. Radiografia omoplatului.....	171
1.1. Radiografia omoplatului în poziție de față	171
1.2. Radiografia omoplatului în poziție laterală (profil).....	172
2. Radiografia claviculei.....	172
2.1. Radiografia claviculei unilateral în incidență postero-anterioară.....	172

3. Radiografia articulației scapulo-humerale	173
3.1. Radiografia articulației scapulo-humerale de față în incidență antero-posterioară	173
3.2. Radiografia articulației scapulo-humerale de profil	174
4. Radiografia humerusului	175
4.1. Radiografia humerusului de față	175
4.2. Radiografia humerusului de profil cu pacientul în clinostatism	175
5. Radiografia articulației cotului	176
5.1. Radiografia articulației cotului de față	176
5.2. Radiografia articulației cotului de profil	177
5.3. Radiografia olecranului	178
6. Radiografia oaselor antebrăului	178
6.1. Radiografia oaselor antebrăului de față în incidență antero-posterioară	178
6.2. Radiografia oaselor antebrăului de profil	179
7. Radiografia articulației pumnului	179
7.1. Radiografia articulației pumnului de față	179
7.2. Radiografia articulației pumnului de profil	180
7.3. Radiografia articulațiilor pumnilor, comparativă	181
7.4. Radiografia scafoidului de față (poziția scriitorului)	181
7.5. Radiografia scafoidului de profil	181
7.6. Radiografia osului cu cârlig (hamat) – incidență specială	182
8. Radiografia mâinii și a degetelor	182
8.1. Radiografia mâinii de față	182
8.2. Radiografia mâinilor bilateral de față	183
8.3. Radiografia mâinii de profil	183
8.4. Radiografia mâinilor bilateral de profil	183
8.5. Radiografia mâinii în poziție semilaterală	184
8.6. Radiografia policelui de față în incidență palmo-dorsală	184
8.7. Radiografia policelui de față în incidență dorso-palmară	185
8.8. Radiografia policelui de profil	185
8.9. Radiografia indexului de profil	186
XV.2.2. Examenul computertomografic a membrului superior	186
XV.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a membrului superior	187

Capitol XVI. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A MEMBRULUI INFERIOR

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XVI.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI INFERIOR	188
XVI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A MEMBRULUI INFERIOR	193
XVI.2.1. Examenul radiologic convențional	193

1. Radiografia bazinului	194
1.1. Radiografia bazinului de ansamblu	194
1.2. Radiografia osului iliac de profil	195
1.3. Radiografia pubisului	195
1.4. Radiografia articulațiilor sacroiliace bilaterală	196
2. Radiografia articulației coxo-femorale	196
2.1. Radiografia articulației coxo-femorale de față bilateral	196
2.2. Radiografia articulației coxo-femorale de față unilateral	197
2.3. Radiografia articulației coxo-femorale de profil	197
3. Radiografia femurului	198
3.1. Radiografia femurului de față	198
3.2. Radiografia femurului de profil	199
4. Radiografia genunchiului	199
4.1. Radiografia genunchiului de față unilateral	199
4.2. Radiografia genunchiului de față bilateral	200
4.3. Radiografia genunchiului de profil	200
5. Radiografia rotulei	201
5.1. Radiografia rotulei de față, incidență postero-anterioară (Didiee)	201
5.2. Radiografia rotulei de profil	201
5.3. Radiografia rotulei incidență oblică postero-anterioară	202
5.4. Radiografia rotulei incidență axială	202
6. Radiografia gambei	202
6.1. Radiografia gambei de față	202
6.2. Radiografia gambei de profil	203
7. Radiografia articulației tibio-tarsiene (gleznă)	204
7.1. Radiografia articulației tibio-tarsiene de față	204
7.2. Radiografia articulației tibio-tarsiene de profil	204
8. Radiografia plantei	205
8.1. Radiografia plantei de față	205
8.2. Radiografia plantei de profil	206
9. Radiografia calcaneului	206
9.1. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială descendentă	206
9.2. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială ascendentă	207
XVI.2.2. Examenul computertomografic a membrului inferior	207
XVI.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a membrului inferior	208

Capitol XVII. TEHNICI RADIOIMAGISTICE DE EXPLORARE A SÂNULUI

Iulia Alecsandra Sălcianu

XVII.1. Noțiuni de radioanatomie a sânului	209
XVII.2. Mamografia diagnostică	211
XVII.3. Principalele incidente ale mamografiei	213
XVII.4. Alte tipuri de examinări mamografice	216
XVII.5. Ecografia mamară	218
XVII.6. Imagistica prin rezonanță magnetică a sânului	219
XVII.7. Rolul asistentului de radiologie și imagistică medicală	219



**Capitol XVIII. PARTICULARITĂȚI ALE EXAMINĂRII RADIOIMAGISTICE
LA SUGAR ȘI COPIL**

Victorița Ștefănescu

222

Capitol XIX. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ ÎN STOMATOLOGIE

Danisia Haba.....

231

XIX.1. Numerotarea dinților.....231

XIX.2. Aparate röntgen dentare233

2.1. Părțile componente ale aparatului röntgen dentar233

2.2. Radiografia dentară digitală.....234

XIX.3. Filmul radiologic dentar și prelucrarea acestuia235

3.1. Filmul radiologic.....235

3.2. Developarea automată.....238

XIX.4. Ortopantomografia.....238

XIX.5. Teleradiografia.....241

5.1. Aparate roentgen folosite pentru teleradiografii.....242

XIX.6. CONE BEAM CT-ul sau tomografia volumetrică cu fascicol conic.....243

6.1. Principiul metodei.....244

6.2. Aparate roentgen folosite pentru CBCT246

XIX.7. Tehnici radiologice utilizate în stomatologie.....246

7.1. Tehnici radiografice periapicale246

7.1.1. Tehnica bisectoarei.....246

7.1.2. Tehnica planurilor paralele.....256

7.1.3. Tehnica bitewing (interproximală).....266

7.2. Tehnici ocluzale.....269

7.2.1. Tehnica Belot269

7.2.2. Tehnica Simpson272

**Capitol XX. ATRIBUȚIILE ȘI COMPETENȚELE PROFESIONALE
ALE ASISTENTULUI DE RADIOLOGIE**

C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu

275

Bibliografie283

Cuvânt înainte

Radiologia și Imagistica Medicală reprezintă unele dintre cele mai complexe și dinamice specialități medicale aflate în continuă expansiune informațională datorită dezvoltării tehnologiei computerizate și a noilor tehnici de explorare radiologică.

Permanent preocupați de atingerea celor mai înalte standarde de pregătire profesională pentru asistenții medicali din domeniul radiologiei și al imagisticii medicale, Ordinul Asistenților Medicali Generaliști, Moașelor și Asistenților Medicali din România contribuie cu cele mai noi informații la îmbogățirea cunoștințelor de specialitate utilizate de colegii noștri în activitatea lor la locul de muncă.

Astfel, pe baza unei bogate și îndelungate experiențe a autorilor, cartea redă prin conținutul său, date și informații riguroase și științific prezentate, devenind astfel punct de referință atât în formarea viitorilor asistenți medicali în specialitate, cât și a profesioniștilor care deja își exercită profesia în secțiile de radiologie și imagistică medicală.

Această carte reprezintă rodul colaborării Ordinului Asistenților Medicali Generaliști, Moașelor și Asistenților Medicali din România cu Prof. Univ. Dr. CONSTANTIN ZAHARIA și Dr. ANA MAGDALENA BRATU care ne-au susținut permanent și cărora le mulțumim pentru sprijinul acordat și pentru efortul depus în crearea condițiilor cât mai favorabile de acces la știință și profesie.

*Președinte
Mircea Timofte*

Introducere

Radiologia și imagistica medicală a devenit, din ce în ce mai mult, o piesă importantă în algoritmul diagnostic al oricărei afecțiuni. Din această cauză Organizația Mondială a Sănătății a emis Recomandări privind gestul diagnostic de primă intenție. Acestea consideră că procedura trebuie:

- să poarte cea mai mare cantitate de informații.

Ce semnificație are această aserțiune? Din întreaga gamă de tehnici radioimagistice trebuie aleasă cea metodă care, ea singură, poate orienta cel mai rapid, eventual direct, diagnosticul.

- să fie cel mai puțin iradiantă.

Aceasta înseamnă că din întreaga gamă de tehnici radioimagistice trebuie aleasă cea metodă care să iradieze cel mai puțin pacientul, bineînțeles fără să influențeze diagnosticul. Nu trebuie uitat că deja expunerea radiologică medicală depășește 32% din iradierea generală a oamenilor.

- să fie cea mai la îndemână.

În vederea obținerii unui diagnostic, pacientul nu trebuie transportat, pe cât posibil, dintr-o unitate sanitară în alta doar de dragul de a fi îndeplinite recomandările deja prezentate mai sus.

- să poată fi urmată de măsuri terapeutice adecvate.

Această îndrumare recomandă ca pacientul să intre în lanțul diagnostic doar acolo unde, urmare gestului diagnostic, să poată fi luate măsurile terapeutice cele mai indicate.

Descoperirea razelor X în anul 1895 a reprezentat începutul unor schimbări revoluționare în modul nostru de a înțelege lumea fizică.

În timp ce era rector la Universitatea Wurtsburg, Wilhelm Conrad Röntgen a efectuat experimente cu radiațiile catodice, folosind un tub Crookes. El a observat că un ecran acoperit cu un strat de sare de bariu care se află în apropiere devenea strălucitor ori de câte ori în tub se producea o descărcare. Când a pus mâna în dreptul petei fluorescente de pe peretele tubului Crookes, pe ecran a apărut conturul slab al mâinii și al oaselor palmei, iar când a așezat o geantă s-a putut vedea clar conturul acesteia.

Cu trei zile înainte de Crăciun, și-a chemat soția în laborator, unde cu ajutorul unei plăci fotografice învelite în hârtie neagră obține „prima fotografie a mâinii fără carne” (fig. 1), o imagine a oaselor mâinii soției sale cu tot cu inelul ei pe deget. Era emisă o nouă radiație care putea să străbată cu ușurință materialele care erau opace pentru lumina obișnuită. A denumit-o „radiație X” datorită naturii sale încă necunoscute.



Figura 1. Prima fotografie „a mâinii fără carne” obținută de Wilhelm Conrad Röntgen

Röntgen a anunțat descoperirea pe data de 28 decembrie 1895. Aplicațiile acestor radiații sunt folosite astăzi în mai multe domenii, nu numai în medicină.

În România primele radiografii au fost efectuate în Spitalul Colțea din București (fig. 2). Tradiția învățământului de radiologie din acest spital s-a perpetuat până în zilele noastre, spitalul Colțea găzduind una din clinicile de radiologie de renume din România.



Figura 2. Spitalul Clinic Colțea București

Atunci când imaginea a fost inițiată ca urmare a utilizării altor agenți fizici decât radiațiile X în medicină a apărut un alt termen – imagistica medicală. Aceasta include tehnici ca ecografia și imagistica prin rezonanță magnetică. În România gruparea acestor metode sub titulatura de imagistică medicală este legată de numele prof. Dr. Ș.A. Georgescu.

Capitol I

NOȚIUNI DE RADIOFIZICĂ

C. Zaharia, Ana-Magdalena Bratu

I.1. Noțiuni de fizică a atomului

În limba greacă veche, cuvântul atom era folosit pentru a descrie cea mai mică parte dintr-o substanță. Această "particulă fundamentală", după cum este denumit astăzi atomul, era considerată indestructibilă; de fapt, cuvântul grecesc atom înseamnă indivizibil.

Odată cu apariția cercetării științifice experimentale (în sec. XVI-XVII e.n.), procesul de cunoaștere a teoriei atomice a progresat rapid. Chimiiștii au realizat atunci că toate substanțele, indiferent de starea lor de agregare, pot fi analizate până la cele mai mici componente elementare. De exemplu, s-a descoperit că sarea este compusă din două elemente distincte, sodiul și clorul, combinate. S-a descoperit de asemenea că aerul este un amestec de azot și oxigen.

Atomul este deci cea mai mică unitate materială care păstrează caracteristicile elementului chimic. El este într-un echilibru electric.

Orice atom este alcătuit dintr-un nucleu, care însumează totalitatea protonilor și neutronilor, în jurul căruia gravitează un număr de electroni care formează norul electronic.

Protonul este particula atomică nucleară a cărei masă este egală cu aceea a nucleului de hidrogen și a cărei sarcină electrică este egală cu aceea a electronului, dar de semn contrar.

Neutronul este particula atomică nucleară care are o masă egală cu cea a protonului, dar nu posedă sarcină electrică.

Electronul este cea mai mică particulă atomică elementară, cu masă neglijabilă și sarcină electrică negativă.

În fizică și chimie, numărul atomic al unui element chimic reprezintă de fapt numărul de protoni din nucleul atomilor acelui element și se notează de obicei cu Z . Numărul de electroni este egal, în cazul unui atom neutru din punct de vedere electric, cu numărul de protoni. Poziția elementelor chimice în sistemul periodic al elementelor este determinată de numărul Z , motiv pentru care acesta se mai numește și număr de ordine.

Inițial, elementele chimice erau ordonate în funcție de masa atomică. Când Mendeleev a grupat elementele cunoscute la vremea lui în funcție de similaritățile lor chimice, a observat că în unele locuri ordonarea după masa atomică ducea la nepotriviri. De exemplu, iodul și telurul se integrau mai bine în tabel dacă ordinea lor era inversată. Această observație a dus la concluzia că nu masa atomică determină proprietățile chimice ale elementelor, ci o altă mărime, necunoscută atunci, care doar era aproximativ corelată cu masa atomică. Printr-o serie de experimente de difracție de raze X, Moseley a constatat că mărimea căutată era sarcina electrică a nucleului, adică numărul de protoni ai acestuia. Abia mai târziu s-a pus în evidență faptul că în nucleu există și particule fără sarcină electrică, neutronii, care împreună cu protonii determină masa atomică. Atomi ai aceluiași element chimic pot adesea să aibă un număr variabil de neutroni, fără ca proprietățile chimice să fie sensibil diferite. Speciile de atomi cu același număr de protoni în nucleu, dar cu numere de neutroni diferite se numesc izotopi. Un exemplu este atomul de carbon (C), care are numeroși izotopi. Dintre aceștia, izotopul cu cea mai mare abundență în natură (98.89%) este ^{12}C (6 neutroni și 6 protoni). Masa absolută a izotopului ^{12}C este etalon pentru definirea unității atomice de masă, care este a $1/12$ parte din masa absolută (exprimată în kilograme) a izotopului ^{12}C . Unul dintre izotopii instabili, radioactivi, ai carbonului este ^{14}C (8 neutroni) și este folosit de exemplu în arheologie pentru datarea cu carbon a materialelor biologice (lemn, os, etc.) cu o vechime de până la aproximativ 60.000 de ani. Numărul de masă reprezintă suma dintre numărul de protoni și numărul de neutroni din nucleul atomic, notat cu A . Acesta este un număr întreg, pentru orice specie de atomi.

Modelul Rutherford (1911) al structurii atomice situează nucleul în centru, electronii gravitând în jurul său, pe orbite, care formează straturile electronice.

1.2. Fizica radiațiilor X

Radiațiile sunt un mod special de mișcare a materiei. În funcție de modul propagării și proprietățile lor, distingem:

- radiații electromagnetice sau ondulatorii
- radiații corpusculare

Prin definiție radiația electromagnetică constă în emisia de unde electromagnetice care permit transmisia informației, respectiv a energiei, la distanță. Totalitatea frecvențelor (lungimilor de undă) posibile pentru unda electromagnetică constituie spectrul electromagnetic.

Spectrul radiațiilor electromagnetice (fig. 3) este împărțit după criteriul lungimii de undă în câteva domenii, de la frecvențele joase spre cele înalte:

- radiațiile (undele) radio
- microunde
- radiații infraroșii
- radiații luminoase
- radiații ultraviolete
- radiații X (Röntgen)
- radiații " γ " (gamma - literă greacă)

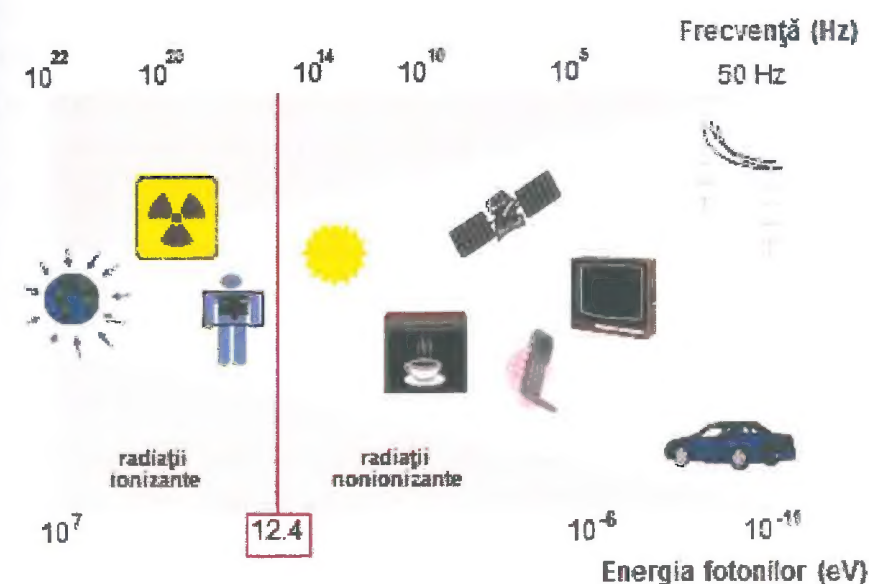


Figura 3. Spectrul electromagnetic

Se deosebesc între ele prin lungimea lor de undă și prin frecvență. Cu cât lungimea lor de undă este mai scurtă, cu atât energia radiațiilor (duritatea lor) este mai mare.

Radiațiile corpusculare sunt generate de particule (încărcate electric) direct ionizante, ca razele alfa și beta ale radiului și corpurilor radioactivi; electronii, mezonii, protonii, deuteronii și alte particule.

Razele X sunt de fapt unde electromagnetice, alcătuite din fotoni. Ele au o lungime de undă cuprinsă între 0,1-150 Å.

Un angstrom (1 Å) este a 10.000 parte dintr-un micron, deci este egal cu 1/10.000.000 dintr-un milimetru.

Razele X utilizate în scopuri medicale au lungimea de undă cuprinsă 0,06-8 Å, ceea ce le conferă o penetrabilitate mare. Penetrabilitatea este cea mai importantă proprietate a razelor X, care le face deosebit de utile în practica medicală.

Se consideră că razele X se propagă cu o viteză de 300.000 Km pe secundă. Această viteză de propagare este valabilă pentru propagarea fasciculului în vid.

Razele X au proprietăți fizice, chimice și biologice.

I.3. Proprietățile razelor X utilizate în radiodiagnostic

Propagare sub forma de fascicul conic.

Razele X se produc la nivelul anodului și se propagă în mod sferic și în linie dreaptă în jurul lui. O parte din radiații sunt oprite de metalul anodului înclinat față de axul tubului și practic, este utilizat un singur fascicul conic care trece prin deschizătura cupolei și care este reglat mai mic sau mai mare, cu ajutorul diaframelor.

În cazul examenului radiologic, baza conului este reprezentată de ecranul radiologic sau de clișeul radiografic, iar vârful conului-punctiform este reprezentat de focarul tubului.

Luminiscența

Razele X produc fenomene de luminiscență atunci când ele cad și se absorb în anumite substanțe cristaline, semicristaline sau fluide, de exemplu ecrane sau folii care conțin anumite săruri ca tungstat de calciu, sulfură de zinc și cadmiu, platino-cianură de bariu, de calciu, titan sau pământuri rare – gadolinium, care emit în zonele albastru și verde ale spectrului. Absorbția razelor X care cad pe aceste substanțe schimbă poziția electronilor pe orbite și fac ca atomul să treacă în stare de excitație.

Revenirea lui la starea fundamentală se face prin emisia energiei absorbite de la fotonii de raze X incidenți, sub formă de radiații de luminiscență (caracteristice sărurilor respective).

Fenomenele de luminiscență pe care le produc se caracterizează în general prin întârzierea emisiei luminoase față de absorbția de raze X și sunt de două feluri: de fluorescență și de fosforescență și ele stau la baza fabricației ecranului radiosopic și foliilor întăritoare din casetele pentru radiografii precum și a utilizării cristalelor de scintilație din detectoarele de izotopi.

Fluorescența reprezintă fenomenul luminescent care nu are remanență și durează numai atât timp cât razele X cad pe ecranul sensibil. Această proprietate este utilizată la construcția ecranului radiosopic.

Fosforescența reprezintă fenomenul luminescent care persistă și după întreruperea fasciculului de raze X. Această proprietate este folosită la foliile întăritoare care au remanență și impresionează filmul și după expunerea la razele X, reducându-se astfel doza necesară efectuării radiografiei.

Absorbție + difuziune = atenuare

Fasciculul de raze X, întâlnind în calea sa corpul omenesc sau diferite alte obiecte, este absorbit în parte. Ca urmare a acestui fenomen intensitatea lui scade, iar energia lui se transformă în radiații secundare, lumină, căldură și fenomene fotochimice.

O parte din fascicul rămâne neabsorbit și trece mai departe de corpul întâlnit sub forma unui fascicul atenuat.

Absorbția razelor X comportă două aspecte: aspectul calitativ și cantitativ.

1. Absorbția calitativă – constă în formarea radiațiilor secundare, care alterează calitatea imaginii radiologice.

Razele secundare care rezultă din efectul Compton, efectul Thomson, formarea de perechi de electroni și efectul fotoelectric, sunt nocive în diagnostic pentru că fac penumbră rezultând o imagine imprecisă, cu contur fluu. Ele sunt utile în radioterapie pentru că îmbogățesc fasciculul principal și sporesc doza.

În diagnostic, razele secundare se îndepărtează cu grila antidifuzoare LYSHOLM în radiosopie sau grila POTTER-BUCKY în radiografie, dar și utilizând un localizator cilindric sau tronconic adaptat la deschiderea cupolei și prin diafragma strânsă a fasciculului incident la plecarea lui din tub cu ajutorul diafragmului. Acesta este un dispozitiv conex cupolei și centrului, cu 4 sau 8 volete. De asemenea compresiunea regiunii de examinat, prin care se subțiază părțile moi va reduce difuziunea secundară.

Grila de tip Lysholm sau Potter-Bucky este constituită din lamele de plumb paralele între ele și separate prin material radiotransparent.

Lamelele de plumb sunt astfel orientate față de focarul tubului încât permit trecerea numai pentru fotonii perpendiculari pe film (focalizarea grilei sau a potter-ului).

Radiațiile secundare care sunt orientate în alte sensuri decât radiațiile primare directe sunt oprite de lamelele de plumb ale grilei. În timpul expunerii radiografiei, grila cu lamele de plumb se mișcă pentru a evita ca lamelele opace să se vadă pe clișeu (fig. 4).

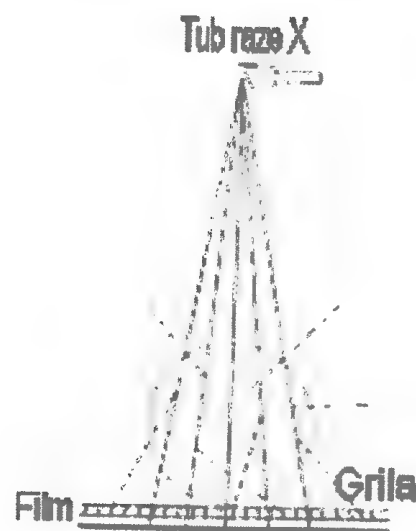


Figura 4. Grilă antidifuzoare - rol

2. Absorbția cantitativă a razelor X în corpul omenesc depinde de numărul atomic al elementelor (Z), de lungimea de undă, de densitatea țesuturilor prin care trece fasciculul de raze X și de grosimea regiunii iradiate.

Conform legii elaborate de Bragg și Pierce, absorbția este proporțională cu puterea a patra a numărului atomic. Iată de ce diferitele părți moi ale corpului omenesc compuse din carbon, hidrogen, oxigen, azot sunt mai transparente la raze X și absorb mai puține raze X decât oasele compuse din calciu și fosfor, elemente care au număr atomic mare. În acest mod se crează contraste între două țesuturi diferite, între două medii cu structură diferită. Tot datorită absorbției, atomii de iod sau de bariu care se găsesc în compoziția chimică a substanțelor de contrast întrebuințate în radiologie absorb foarte multe raze X constituind un contrast pozitiv; oxigenul și aerul sunt întrebuințate pentru contrast negativ.

Plumbul cu $Z=82$ în foițe de anumite grosimi poate opri complet razele X. Din acest motiv plumbul este întrebuințat pentru confecționarea dispozitivelor medicale de radioprotecție ca de exemplu a ecranelor, paravanelor sau șorțurilor de protecție în radiologie.

Absorbția este proporțională cu lungimea de undă la puterea a 3-a.

Absorbția razelor X mai depinde și de densitatea corpului străbătut. Osul, ficatul, rinichii, sunt mai dense și absorb mai multe raze X, dar sunt totuși radioopace.

Absorbția este direct proporțională cu grosimea regiunii de examinat.

Penetrabilitatea

Este proprietatea fundamentală pe care se bazează utilizarea lor în medicină și este o calitate definită prin lungimea de undă, determinată de diferența de potențial dintre anod și catod.

Mărind diferența de potențial, prin sporirea kilovoltajului la bornele transformatorului, se obțin raze X din ce în ce mai dure, cu lungime de undă din ce în ce mai mică și cu putere de pătrundere din ce în ce mai mare.

Penetrabilitatea este proprietatea razelor X de a străbate corpul uman sau orice obiect țință. Lungimea de undă este invers proporțională cu kilovoltajul. Astfel, cū cât se sporește kilovoltajul, razele X vor fi de lungime de undă mai mică, deci și absorbția va fi mai mică. Razele X obținute vor fi mai penetrante și se vor absorbi mai puțin așa că aproape tot fasciculul va străbate organismul. Cu cât energia electronilor ce se lovesc de anod este mai mare, cu atât fotonii, respectiv razele X care iau naștere au lungimi de undă mai mici și posibilități de penetrabilitate mai mari.

Cu cât viteza electronilor din fasciculul catodic este mai mică, razele X care iau naștere pe anod au lungime de undă mai mare, sunt mai puțin penetrante.

Între 45-60 kV, razele produse sunt raze moi.

Între 60-70 kV razele X sunt de duritate mijlocie.

Între 75-135 kV sunt radiații dure.

Efecte biologice

Efectele biologice au la bază proprietatea de ionizare a razelor X. În doze mici radiațiile au acțiune de biostimulare.

Sub influența razelor X toate țesuturile biologice suferă o serie de modificări în funcție de doza de radiații absorbite care pot merge până la moartea celulei.

Totalitatea reacțiilor de răspuns ale organismelor la acțiunea radiațiilor ionizante poartă numele de efect radiobiologic.

Radiobiologia necesită punerea în practică a noțiunilor experimentale și conceptuale care merg de la biofizică (natura radiației, modalitatea de expunere, dozimetrie) la aplicațiile la om (radioprotecție, radioterapie, radiopatologie) trecând prin genetică (toxicologie), biologia moleculară (structura genoamelor, enzimologia reparatorie) și biologia celulară (structura și organizarea funcțională).

Radiobiologia se ocupă cu interacțiunile radiațiilor ionizante și ultravioletoare asupra materiei vii și consecințele lor:

- biologice;
- de mediu;
- sanitare.

Totalitatea reacțiilor de răspuns ale organismelor la acțiunea radiațiilor ionizante poartă numele de efect radiobiologic.

Efectele biologice ale radiațiilor ionizante sunt datorate transferului de energie care produce excitări sau ionizări ale atomilor.

O singură ionizare în miile de atomi dintr-o macromoleculă duce la modificarea sau alterarea acesteia.

1. Teoria țintei - acțiunea directă asupra ADN-ului care are ca efect lezarea celulei.

Afectarea ADN-ului poate apare la o expunere unică la doze mari sau la expuneri repetate la doze mici.

Efectele prin expunerea la doze mici și repetate a ADN-ului sunt moartea celulei, mutageneza și transformarea malignă.

Se consideră că efectul radiațiilor ionizante este întotdeauna nociv (utilizarea terapeutică se sprijină în primul rând pe efectul distructiv al lor).

2. Teoria radicalilor liberi - acțiunea indirectă a radiațiilor ionizante are loc prin producerea unor radicali liberi cu reactivitate crescută. Apa celulară prin ionizare eliberează ioni hidroxili cu efect oxidant puternic cu formarea concomitentă de hidroxiperoxizi organici și eventual peroxid de hidrogen.

Efectul depinde de cantitatea de radicali formată, leziunea apărând numai când mecanismele fiziologice de neutralizare sunt inefficiente (enzimele reductoare glutatation peroxidaza).

Radiosensibilitatea reprezintă probabilitatea ca o celulă, un țesut sau un organ să sufere un efect în relație cu doza primită.

Cu cât o celulă este mai tânără, mai puțin diferențiată, activă din punct de vedere mitotic cu atât ea este mai radiosensibilă.

Capitol II

FORMAREA IMAGINII RADIOLOGICE

Ana Magdalena Bratu

Imaginea radiografică este de fapt rezultanta interacțiunii dintre fascicolul de fotoni ieșiți din tubul radiogen și care poartă numele de fascicol incident și obiectul de radiografiat (ținta).

Ca urmare a mecanismelor fizice, penetrabilitatea și absorbția, fascicolul incident care traversează ținta își reduce numărul de fotoni și energia lor în raport cu numărul atomic al elementelor chimice ale țintei traversate, densitatea structurii traversate și grosimea acesteia.

Fascicolul care a traversat ținta și care s-a "modulat" după proprietățile ei poartă numele de fascicol rezidual sau fascicol modulat. Acesta ajunge pe filmul radiografic, interacționează chimic cu el și formează ceea ce se numește imagine latentă. Aceasta nu este încă vizibilă pentru ochiul uman.

Radiografia reprezintă de fapt o reproducere ținută a unei regiuni, alese de practician, din corpul uman. Corpul uman este de fapt o structură tridimensională având lungime, lățime și grosime. Imaginea radiografică este o imagine bidimensională, adică are doar lungime și lățime. Asta înseamnă că radiografia este o reprezentare 2D a unei structuri 3D. Grosimea corpului uman, pe care o vom numi de acum obiect de radiografiat sau țintă, este pe imaginea radiografică o reprezentare sumativă a tuturor planurilor ce determină grosimea țintei. Structura histologică și mai ales chimică a corpului uman este diferită în funcție de regiune. Se știe că 70% din corpul uman este apă, structură cu indice de absorbție care este același. Asocierea de molecule și atomi cu Z și A diferit face ca absorbția de raze X în corpul uman să fie variabilă. Rezultanta este "o umbră" a segmentului de radiografiat cu grad de opacifiere inegal în raport de structurile traversate. Astfel osul conține foarte mult calciu, ceea ce face el să aibă un indice de absorbție foarte mare, respectiv imaginea radiografică a lui să fie mai opacă decât a mușchiului. Mușchii, organele parenchimotoase abdominale, chiar și creierul au coeficient de absorbție apropiat. Aceasta face ca pe imaginea radiografică aceste structuri să nu poată fi departajate unele față de celelalte. Grăsimea are o densitate mai redusă decât a organelor parenchimotoase. Din această cauză indicele de opacifiere a

grăsimii față de un organ parenchimos este mai mic. De exemplu rinichiul este învelit într-o structură grăsoasă numită grăsimea lui Gerota. Pe o radiografie abdominală în care rinichiul, mușchiul psoas și straturile musculare parietale au aproximativ aceeași densitate, rinichiul poate să fie bine vizibil și conturat de grăsimea adiacentă în raport cu celelalte structuri. În raport cu grosimea țintei, organele nu au în plan sagital aceeași poziție. Din această cauză ele vor avea o reprezentare radiografică cu dimensiuni variate față de cele reale. Acesta este motivul pentru care se consideră că pe o radiografie convențională nu se pot face măsurători exacte. Aceste principii constituie bazele anatomice ale formării imaginii radiologice.

În interacțiunea dintre fascicolul incident și țintă intervin o serie de principii geometrice care vor determina în final forma, dimensiunile și gradul de înnegrire a imaginii.

Radiațiile X se propagă linear, în linie dreaptă. Corpurile cu care interacționează nu reflectă și nu refractă fascicolul; acesta traversează obiectul țintă formând o „umbră” neomogenă, cu zone mai mult sau mai puțin transparente.

II.1. Legile fizice ale formării imaginii

De fapt fascicolul de radiații este un fascicol conic. Din această cauză dimensiunea imaginii în raport cu dimensiunile țintei este întotdeauna mai mare. Acest principiu poartă numele de **legea proiecției conice** (fig. 5).

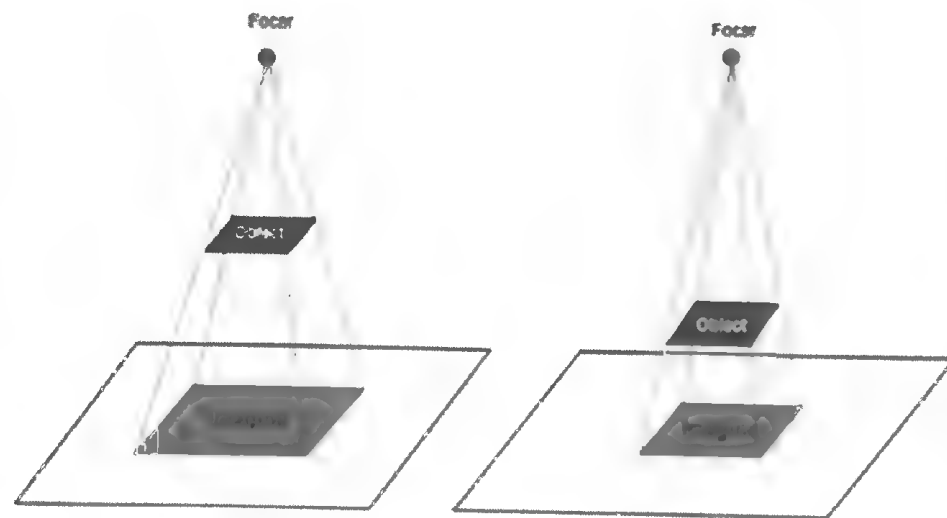


Figura 5. Legea proiecției conice

Conform acestei legi cu cât obiectul țintă se află mai aproape de vârful conului, respectiv focarul real al tubului, cu atât dimensiunile proiecției țintei vor fi mai mari. În

același timp chiar dacă ținta se află în contact direct cu filmul radiografic, dacă se reduce distanța focus-film proiecția radiografică a țintei va avea dimensiuni mai mari.

Legea proiecției conice trebuie bine cunoscută de către cei care utilizează radiațiile X în diagnostic pentru că în acest fel se pot obține imagini mărite. În era radiologiei pretomografie computerizată imaginile radiografice mărite erau des utilizate în diagnosticul radiologic, chiar dacă calitatea imaginii avea de suferit prin mărirea artificială a ei.

Pe o radiografie segmentul de radiografiat se poziționează astfel încât centrul lui să fie cât mai aproape de centrul filmului radiologic. În acest fel se încearcă ca imaginea radiografică a segmentului să fie cât mai puțin distorsionată.

Legea proiecției oblice (fig. 6) este un alt principiu geometric care stă la baza formării imaginii radiografice. Conform acestei legi dacă obiectul țintă nu are planul mediofrontal paralel cu planul filmului și planul mediosagital perpendicular pe planul frontal al filmului rezultatul, respectiv radiografia, va fi o imagine deformată.

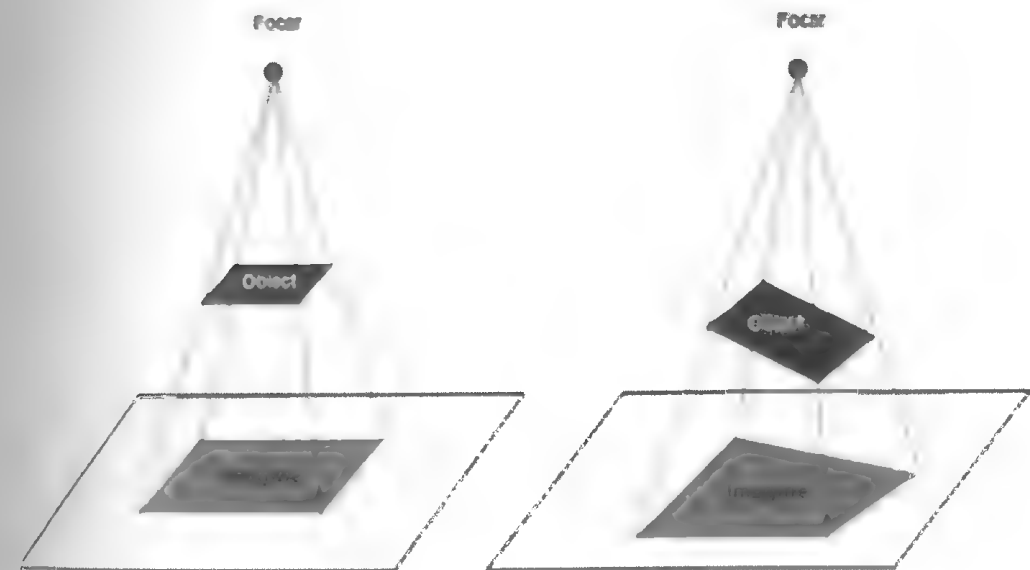


Figura 6. Legea proiecției oblice

În același timp dacă fascicolul are axul într-o proiecție oblică față de planul frontal al filmului, chiar dacă planul mediofrontal al țintei este paralel cu planul filmului, imaginea radiografică va fi tot deformată.

În practică această lege este deosebit de importantă pentru operator atunci când poziționează bolnavul în vederea executării unei radiografii. El trebuie să respecte obligatoriu și să verifice ca planurile obiectului țintă și ale filmului de radiografiat să fie în concordanță cu cele prezentate mai sus.

În același timp trebuie ținut cont că ținta are o grosime proprie, iar imaginea radiografică este de fapt suma planurilor frontale ale țintei traversate. În perioada când nu exista tomografia computerizată se folosea acest principiu pentru detalierea mai exactă a structurilor aflate în interiorul țintei.

Acest principiu geometric al imaginii deformate prin oblicizarea axului fascicolului față de țintă poartă numele de **legea paralaxei** (fig. 7). Aceasta stipulează că prin oblicizarea axului fascicolului se obține detașarea planurilor sumate din grosimea țintei, chiar dacă imaginile obținute sunt deformate. În situația în care în timpul executării radiografiei tubul se mișcă concomitent cu filmul radiografic, dar în sensuri opuse, mișcarea realizându-se cu un punct fix ales de operator din grosimea țintei, se obține o imagine radiografică cu contururi mai șterse și cu un "voal" marginal al acelui plan din grosimea țintei. Imaginea planului în jurul căruia se realizează deplasarea tubului și a filmului este de fapt o imagine nedeformată. Acesta este principiul tomografiei plane.

Tot legea paralaxei stă și la baza obținerii imaginii în tomografia computerizată.

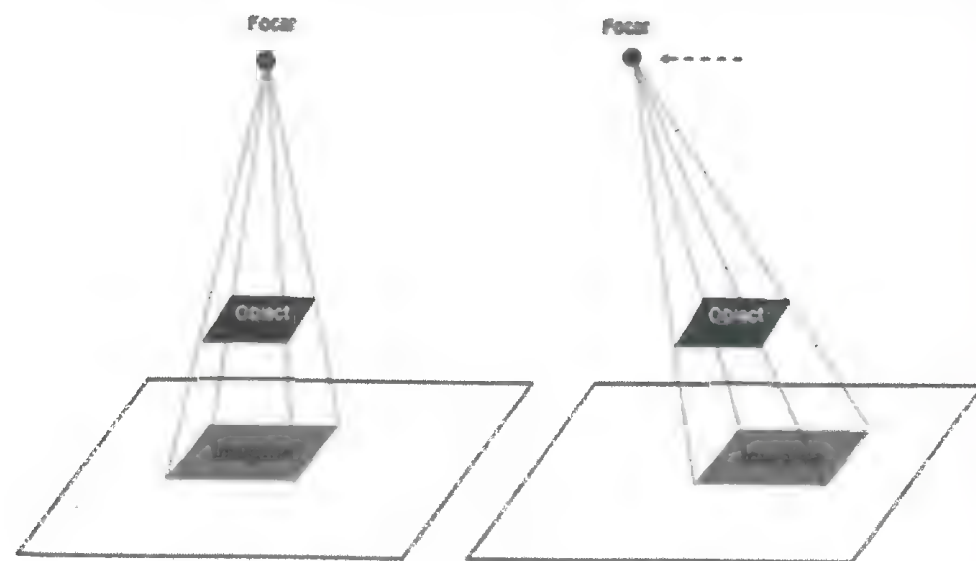


Figura 7. Legea paralaxei

Un alt principiu geometric al formării imaginii este **legea proiecției ortograde (tangențială)** (fig. 8). Aceasta stipulează că în situația în care planul frontal al țintei este perpendicular pe planul filmului, iar axul fascicolului este și el perpendicular pe planul filmului, imaginea radiografică obținută este de fapt reproducerea biplană a grosimii țintei. Practic acesta este de fapt principiul radiografiei "de profil". Operatorul trebuie să respecte această lege, adică atunci când execută o astfel de

radiografie trebuie să fie atent ca la poziționarea bolnavului acesta să fie așezat astfel încât ținta să fie cu planul frontal perpendicular pe planul filmului, iar planul sagital paralel cu planul filmului.

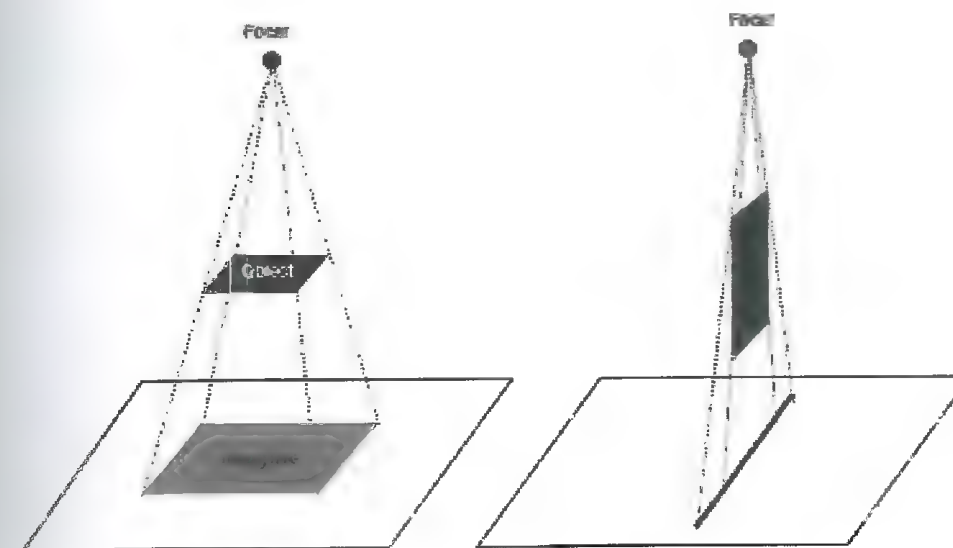


Figura 8. Legea proiecției ortograde - tangențiale

Legea sumății și subtracției (fig. 9) este un alt principiu care are la bază diferența de absorbție în raport cu structura țintei traversate.

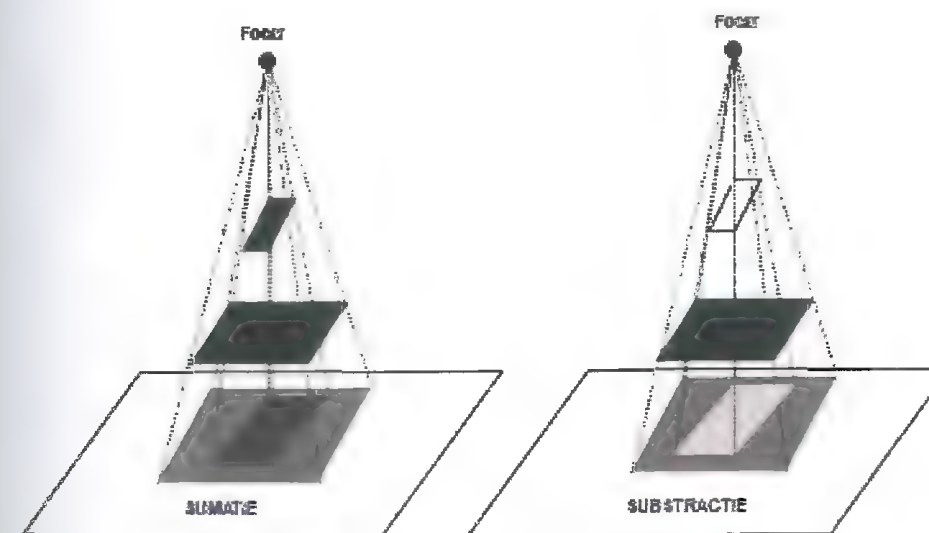


Figura 9. Legea sumății și subtracției

În situația în care avem două obiecte suprapuse rezultanta de imagine este suma dimensională a acestor ținte, dar cu indice de absorbție diferit pe zona de suprapunere. Astfel dacă avem două obiecte, unul mai mare și unul mai mic suprapuse, rezultanta va fi o imagine de dimensiunea obiectului mai mare, care va avea pe suprafața ei o zonă care are contururile și dimensiunea obiectului mai mic suprapus cu grad de opacifiere diferit. Dacă suprapunem două ținte cu densități mari pe imagine cel mai mic va avea o opacitate mai mare. Acesta este principiul sumăției.

Dacă suprapunem două ținte dintre care cea mare are densitate mai mare, iar cea mică are densitate redusă față de prima, rezultanta va fi o imagine de o anumită opacitate ce va avea proiectată în interior reproducerea contururilor țintei mai mici cu indice de opacitate mai redus. Acesta este principiul substrației.

În final imaginea radiografică a unui segment reprezintă o umbră a segmentului compusă din tonalități de gri eșalonate pe scala de densități, număr atomic și dimensiuni a structurilor traversate. De aceea în radiologie se evită utilizarea termenilor "alb și negru", unde albul reprezintă inexistența fotonilor în fascicolul modulat, iar negrul reprezintă fascicolul de fotoni modulat care are aceeași energie cu cei din fascicolul incident.

II.2. Filmul radiografic

În prezentarea formării imaginii am folosit termenul de film radiografic. Și totuși ce este filmul radiografic?

Filmul radiografic este o folie de celuloid pe suprafețele căreia este depus un strat de substanță fotosensibilă. Substanța fotosensibilă este de fapt o emulsie care conține bromură de argint ca agent fotosensibil și sulfat de argint, în raport sub 1% față de bromură, ca agent catalizator.

Conform proprietăților razelor X fascicolul modulat de fotoni impresionează ionii de argint acolo unde intră în contact cu ei. Impresionarea este cu atât mai mare cu cât energia fotonului este mai mare. Aceste plaje de pe filmul radiografic cu ioni de argint impresionați de fascicolul modulat formează imaginea latentă. Așa cum am menționat, această imagine nu este vizibilă cu ochiul uman. Pentru a deveni vizibilă filmul radiografic este prelucrat chimic în procesul de dezvoltare.

În radiologie se folosesc mai multe tipuri de filme, în funcție de necesități. Producătorii de filme furnizează filme cu dimensiuni de: 13/18cm, 18/24 cm, 24/30 cm, 30/40 cm, 35/35 cm, 35/43 cm. Pentru radiografiile dentare se utilizează filme cu următoarele dimensiuni: 2/2 cm, 7/7 cm, 10/10 cm și 12/12 cm.

Descrierea filmului radiografic

Alcătuirea filmului radiografic poate fi descrisă pe straturi.

Stratul extern este numit „strat protector”, este durabil și are rol de a preveni degradarea emulsiei care se află sub acesta.

Următorul strat este reprezentat de o emulsie de halogenură de Ag. Acesta este un strat sensibil la radiațiile X și la lumină. Emulsia este formată din cristale minuscule de halogenură de Ag, bromură de Ag, dispersate într-un gel, care este aplicat ca o peliculă pe suprafața filmului. Conținutul acestei pelicule este de 90-99% AgBr și 1-10% AgI.

Sensibilitatea filmelor la radiațiile X este în funcție de mărimea granulelor de AgBr. Cu cât acestea sunt mai mari, cu atât filmul este mai sensibil. Din acest punct de vedere există mai multe tipuri de filme radiologice:

- Filme cu granulație mare, foarte sensibile la radiații X, dar imaginile obținute sunt de slabă calitate.
- Filme cu granulație fină, care dau imagini cu definiție bună, dar sunt mai puțin sensibile, necesitând parametrii electrici mai mari.
- Filmele cu granulație intermediară sunt cele folosite în mod curent, au sensibilitate medie, dar dau imagini de calitate convenabilă.

Ultimul strat al filmului este stratul de bază, acesta este din plastic și are rolul de a da stabilitate filmului. Stratul de emulsie este fragil și are nevoie de acest suport pentru ca filmul să poată fi procesat și manipulat și să rămână tare după procesare. Majoritatea filmelor au adăugat acestui strat un colorant albastru, care are rolul de a scădea efortul ochiului la privirea filmului la final.

În raport de gradul de culoare a luminii emise de foliile (ecranele) întăritoare filmele radiografice sunt clasificate în filme radiografice sensibil verde și filme radiografice sensibil albastru.

II.3. Dezvoltare

Dezvoltarea are de fapt două secvențe succesive revelarea și fixarea chimică a filmului radiografic (fig. 10).

Prin revelare anumite substanțe chimice, de fapt agenți reducători, determină oxidarea bromurii de argint reducând-o la argint metalic. Revelatorul acționează asupra cristalelor de bromură de argint dinspre suprafață spre profunzime într-un raport proporțional cu nivelul de impresiune a peliculei fotosensibile.



Figura 10. Etapele dezvoltării

Filmul radiografic negativ rezultat în urma acțiunii revelatorului trece într-o baie de spălare intermediară în care se îndepărtează resturile de bromură de argint și de revelator. De acolo filmul radiografic trece în baia de fixare. Baia de fixare dizolvă și elimină bromura de argint neexpusă. Agentul chimic principal în fixator este tiosulfatul de sodiu. Fixarea se continuă până când interacțiunea dintre tiosulfatul de sodiu și bromura de argint formează o substanță chimică complexă de argint solubilă în apă.

După procesul de fixare se procedează la spălarea finală a filmului radiografic expus și prelucrat chimic cu îndepărtarea tuturor substanțelor chimice reziduale dezvoltării. O spălare inefficientă determină alterarea în timp a radiografiei finale.

Procesul de dezvoltare se efectuează în întuneric întrucât pe toată durata prelucrării filmul radiografic rămâne sensibil la lumină.

Dezvoltarea se realizează în echipamente dedicate, mașini de dezvoltare, sau în situația lipsei acestora se poate efectua manual în spații special amenajate, cu bazine cu agent revelator, baie intermediară de spălare, agent fixator și baie de spălare finală. Camera, care se numește cameră obscură este prevăzută tehnic cu iluminare inactivă (lumină roșie, de o anumită intensitate luminoasă, care nu impresionează pelicula fotosensibilă).

II.4. Calitatea filmului radiografic

Există parametri care permit aprecierea calităților unui film radiografic.

Aceștia sunt:

- voalul de fond
- sensibilitatea
- contrastul
- gradația

Aceștia permit aprecierea unui film radiografic și a substanțelor de dezvoltat. Astfel un film prea vechi cu termen de valabilitate expirat are un voal de fond mai mare, un timp de dezvoltare mai prelungit și poate prezenta voalări parțiale prin acțiuni involuntare care duc la expunerea incidentală a filmului radiografic la lumină.

Sensibilitatea filmului radiografic se referă la cantitatea de excitație luminoasă minimă necesară impresionării lui.

Gama de contrast a unui film radiografic, respectiv diferența de densitate fotografică între tonurile de gri cele mai apropiate de alb și tonurile de gri cele mai apropiate de negru să fie cât mai largă.

Gradația exprimă calitatea filmului radiografic de a permite evidențierea unor detalii cu indice de absorbție foarte mic.

Aceste calități ale filmului radiografic sunt esențiale în principiile optimizării expunerilor medicale. Rolul asistentului medical este de a constata eventuale deficiențe, de a le raporta pe scară ierarhică pentru reducerea până în final a expunerii medicale inefficiente sau chiar gratuite a pacientului.

II.5. Factori de calitate în aprecierea imaginii radiografice

a. Contrastul reprezintă diferența de înnegrire între două regiuni anatomic vecine, cu densități diferite. Contrastul depinde de mai mulți factori:

1) Structura obiectului radiografiat (densitate, nr. atomic Z , grosime).

Modificarea, și mai ales ameliorarea imaginii radiografice se face prin reglarea corectă a kV. Aceasta determină o penetrabilitate mai bună a fascicolului incident cu ameliorarea calității fascicolului rezidual (modulat).

2) Fluctuația quantică.

Numărul de fotoni X din fascicolul incident nu este absolut constant. Traversarea lui prin țintă duce la o variabilitate și mai mare a fascicolului modulat. Ameliorarea imaginii radiografice se poate face prin reglarea, respectiv creșterea mA. În acest fel discutăm despre ceea ce se numește în limbajul practic "cantitatea de raze".

3) Calitatea aparatului de radiologie și a accesoriilor acestuia.

Un echipament radiologic vechi în care tubul radiogen are anoda parțial compromisă va emite un fascicol incident mult mai neomogen decât un echipament nou. Aceasta determină indirect eventuala repetare a expunerilor, creșterea parametrilor electrici, deci iradiere medicală crescută.

4) Calitatea filmului - sensibil verde/albastru,

- curba de înnegrire cât mai abruptă,
- fără defecte de fabricație,
- voalul de fond să fie cât mai redus.

5) Calitatea dezvoltării, respectiv timpul și temperatura substanțelor utilizate în prelucrarea chimică a filmului radiografic, dar și calitatea substanțelor folosite.

b. Definiția

Termenul se referă la netitatea cât mai bună a conturilor obiectului de radiografiat, dar și a eventualelor contururi ale structurilor de densități diferite cuprinse în grosimea țintei.

Definiția este influențată de aceiași factori care influențează contrastul. Dar tot definiția depinde de fluurile radiografice, respectiv fluul geometric, cel cinetic, fluul de difuziune și fluul de ecran și cel total.

Fluul geometric se referă la variația determinată de situația în care focarul tubului nu este chiar punctiform.

Fluul cinetic este dat de mișcarea obiectului în timpul expunerii. Reducerea lui se poate realiza prin reducerea timpului de expunere.

Fluul de difuziune crește dacă nu se folosește grila Bucky.

Fluul de ecran este dat de granulația foliilor întăritoare.

c. Rezoluția unei imagini radiografice se apreciază prin numărul de perechi de linii perceptibile separat pe unitatea de suprafață. De exemplu în cazul angiografiei unde contrastul este mare, limita inferioară de dimensiune a unui amănunt vizibil este de 350 microni pentru capilarele periferice.

II.6. Ecranul întăritor

Ecranul întăritor este un dispozitiv care se află în casete și conține fosfor, cu rolul de a transforma radiația X în lumină, care va expune filmul. Fosforul este un element chimic, care emite lumină atunci când asupra sa cad radiații. Rolul ecranului întăritor este de a reduce doza de radiații la care este expus pacientul, comparativ cu radiografiile cu expunere directă, permite scăderea mA și a timpului de expunere. Singurul dezavantaj este reducerea detaliilor pe radiografie.

Ecranul întăritor amplifică sau intensifică energia la care este expus. Fără aceste ecrane, filmul ar fi expus exclusiv la raze X. Cu aceste ecrane, filmul este expus 90% până la 99% la lumină, rămânând 1% până la 10% razelor X.

Luminescența

Ecranele întăritoare acționează asupra filmului prin procesul numit „luminescență”. Acesta reprezintă emisia de lumină de către ecran atunci când este stimulat de radiația X. Ecranele întăritoare pot face luminescența în două moduri. Tipul dorit în radiologie este fluorescența. Fluorescența se referă la abilitatea fosforului de a emite lumină vizibilă numai atunci când este expus la radiație X.

Alcătuirea ecranelor întăritoare

Ca și filmele radiografice, ecranele întăritoare pot fi descrise pe straturi. Cel mai aproape de film este stratul de protecție, din material plastic. Acesta are rolul de a proteja stratul de substanță fluorescentă, care este mai fragil și se află dedesubt. Stratul de substanță fluorescentă este stratul activ și este cel mai important deoarece absoarbe, transmite și transformă radiația X în lumină. Uneori acestui strat i se aplică o vopsea cu rol de a absorbi lumina, pentru a scădea cantitatea de lumină care cade pe film.

Următorul strat are rol de absorbție sau reflectare. Ecranele întăritoare au un strat cu rol de reflectare sau unul cu rol de absorbție, niciodată amândouă. Stratul cu rol de a reflecta lumina este alcătuit din oxid de Mg sau dioxid de Ti. Acest strat orientează către film lumina emisă de substanța fluorescentă în toate direcțiile. Atunci când se folosește un strat cu rol de absorbție a luminii, este reprezentat de un strat de vopsea cu rol de absorbție și are rolul de a absorbi lumina produsă de stratul de substanță fluorescentă.

Stratul cel mai de jos și cel mai departe de film este baza. Acesta trebuie să fie flexibil și stabil din punct de vedere chimic și este făcut din poliester sau carton.

Sistemele cu ecrane de întărire folosite în casete au de obicei un ecran plasat pe partea casetei care privește către tubul de raze, care se numește ecran anterior și unul de partea opusă, ecran posterior. Filmul cu două ecrane întăritoare este expus la lumină de două ori mai mult decât filmul cu un ecran întăritor, primul fiind expus la lumină din două părți. Filmele cu emulsie simplă au un singur ecran de întărire, care este montat ca și ecran posterior.

Caracteristicile ecranelor de întărire

Tipuri de substanță fluorescentă

Există în prezent numeroase tipuri de substanță fluorescentă disponibile pentru producerea ecranelor întăritoare. Cele mai frecvent utilizate sunt din grupa elementelor teroase, expuse în tabelul de mai jos. Numărul atomic al acestor elemente variază de la 57 la 71 și sunt cunoscute ca elemente teroase rare, deoarece se extrag foarte greu și cu mari cheltuieli din pământ (tabel 1). Aceste elemente rare au înlocuit tungstatul de Ca în radiologia modernă. Tungstatul de Ca s-a folosit în fabricarea ecranelor întăritoare până în 1970. La acel moment s-a descoperit proprietatea elementelor teroase rare de a absorbi mai multe raze X și de a le converti în lumină vizibilă mult mai eficient. De asemenea s-a observat o îmbunătățire a detaliilor pe imaginea radiologică.

Tabel 1. Materiale folosite pentru ecranele întăritoare și spectrul lor de emisie

Fosfor	Spectru de emisie
Tungstat de Calciu (CaWO_4)	Albastru
Elemente teroase rare	
Oxibromura de Lanthan (LaOBr)	Albastru
Tantalat de Ytriu (YTbO_4)	Ultraviolet/Albastru
Oxisulfat de Gadolinu ($\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$)	Verde

Ecranele întăritoare se diferențiază în funcție de culoarea luminii pe care o emit sau prin spectrul lor de emisie. Deoarece emulsia de pe film este sensibilă la lumina de o anumită culoare, ecranul și filmul trebuie să se potrivească din acest punct de vedere. Potrivirea spectrelor se referă la folosirea unui film sensibil la lumina albastră împreună cu un ecran emițător de lumină albastră și a unui film sensibil la lumina verde cu un ecran emițător de lumină verde.

Scopul ecranelor întăritoare este de a scădea doza de radiație la care este expus pacientul. Dezavantajul ecranelor este reducerea detaliilor.

Calitatea imaginii radiografice depinde de felul în care sunt întreținute ecranele. Sunt două proceduri de întreținere mai importante. Primul este curățarea periodică. Suprafața ecranului vine în contact cu mediul și cu mâinile celor care încarcă și descarcă casetele. Deci se acumulează grăsime și praf, care trebuie îndepărtate cu substanțe antistatice.

Al doilea lucru important este ca filmul să fie în contact cu ecranul. Dacă există spațiu liber între ele se va obține o zonă întunecată pe film. Există teste pentru a identifica problemele de contact între film și ecran care trebuie repetate la 6 până la 12 luni.

Casetele

Casetele reprezintă conținătorul filmului și al ecranelor. Ele au dimensiuni similare cu filmul radiografic și ecranele întăritoare. În radiologia convențională se folosesc casete cu dimensiuni de: 13/18 cm, 18/24 cm, 24/30 cm, 30/40 cm, 35/35 cm, 35/43 cm. Acestea nu trebuie să fie transparente, trebuie să cântărească puțin pentru a putea fi manipulate rapid și ușor și trebuie să fie destul de rigide și rezistente încât să nu se deformeze sub greutatea pacientului. De asemenea trebuie să lase să treacă maximum posibil de fotoni către filmul radiografic. Fața casetei conține materiale cu absorbție slabă a radiației X ca: bachelita, aluminiu, săruri de magneziu sau grafit. Fața posterioară este alcătuită dintr-o folie subțire de plumb sau de oțel echivalent plumb, astfel concepută încât să oprească orice traversare a ei de către fotonii radiației X.

Casetele trebuie să asigure un contact bun al filmului cu ecranul.

În radiologia convențională, la ora actuală, se utilizează trei sisteme de achiziție a imaginii:

- sistem analog – este sistemul de achiziție și formare a imaginii radiografice pe film analog prelucrat chimic prin dezvoltare.
- sistem digitalizat – imaginea este obținută cu un aparat convențional și ulterior convertită digital.

Achiziția poate fi făcută pe film analog și ulterior scanată, prelucrată digital și arhivată digital sau achiziționată direct pe casete cu plăci fosforice. În acest ultim caz imaginea latentă nu se formează pe film, ci pe plăcile fosforice. Caseta este introdusă într-un echipament numit generic CR (Computed Radiography), care are rolul de a "citi și decodifica" imaginea latentă, care este de fapt o sumă de microcurenți generați pe o matrice (placa fosforică) și imprimă imaginea finală pe un film radiografic termic sau o transferă într-un sistem digital de arhivare, situație în care imaginea este în format DICOM.

- sistem digital direct – imaginea este achiziționată direct cu un aparat digital.

Echipamentul nu mai are stativ port-casetă, masa de comandă are un sistem digital de programare a expunerii pe regiuni anatomice, iar pe masă există un senzor plat (CCD) "citit" și controlat direct de computerul echipamentului.

Imaginea finală este arhivată direct în sistem DICOM, iar transferul pe film termic se face prin intermediul unei imprimante specifice.

Imaginea digitală, spre deosebire de cea analogă are parametri specifici de rezoluție și definiție:

1) Rezoluția digitală

Imaginea digitală este dispusă pe o suprafață împărțită în mici pătrate numite PIXELI (pictures element). Unitatea de măsură a rezoluției de imagine se exprimă în dpi (dots per inch). Cu cât numărul de dpi este mai mare, cu atât definiția de imagine este mai bună.

2) Profunzimea de culoare

Chiar dacă în radiologie imaginea este reprezentată de un număr de tonuri de gri între alb și negru, pe scala digitală de culoare există o compoziție de culori fundamentale, convertite în unități digitale (bit). Profunzimea de culoare influențează direct proporțional contrastul, reducând tonurile de gri intermediare. Ea depinde de numărul de biti care codifică fiecare pixel. De exemplu:

2 bit = 4 tonuri de gri

4 bit = 16 tonuri de gri

8 bit = 256 tonuri de gri = setarea uzuală (grayscale).

Imaginile digitale se arhivează într-un sistem computerizat care poate archiva concomitent sau separat datele personale și/sau clinice ale pacientului (sistem RIS) și imaginile proprii ale pacientului numite cu elemente specifice de nominalizare (sistem PACS).

Sistemul de arhivare, prelucrare și transfer a imaginilor poartă numele de Work System.

Fiecare echipament radiologic digital este în legătură informatică directă cu un computer care preia datele de la echipament și le transferă în sistemul PACS (work system) (fig. 11). Prezentăm mai jos o schemă a unui Work System.

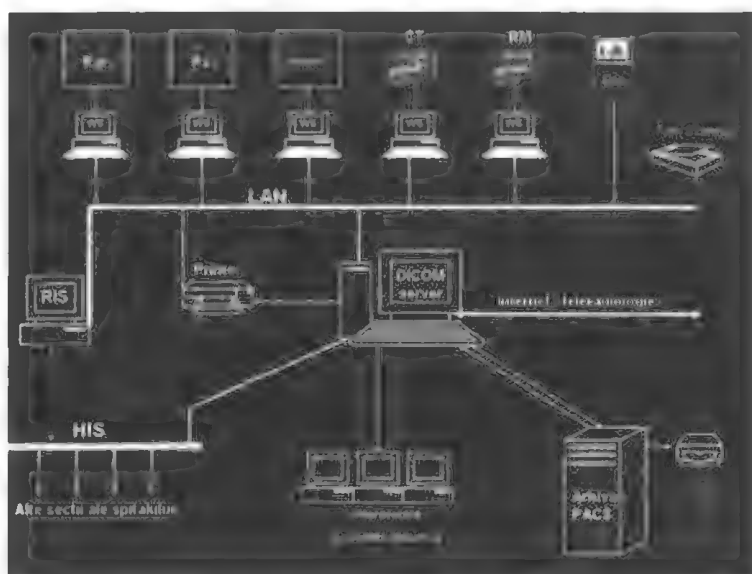


Figura 11. Schemă Work System

Capitol III

NOȚIUNI DE RADIOPROTECȚIE

C. Zaharia, Silvia Șovăilă

Radioprotecția este un domeniu interdisciplinar care are drept scop realizarea protecției individului și a mediului față de acțiunea unui tip de radiații, și anume acelea care pot produce efecte biologice. Disciplinele pe care se bazează **radioprotecția** sunt: fizica în primul rând, datorită interacției radiațiilor cu substanță cât și pentru metrologia mărimilor caracteristice interacției și transferului energiei de la radiații la obiectul iradiat, viu sau neviu; biologia, în al doilea rând, mai precis radiobiologia, pentru efectul biologic produs de către radiații asupra țesutului; chimia, în special biochimia, pentru comportarea chimică a substanțelor care apare la interacția radiațiilor cu corpul iradiat, viu sau neviu; și nu în ultimul rând, matematica, pentru că există un domeniu al teoriei matematice a dozimetriei și al radioprotecției, care cuprinde modelarea matematică a mii de procese din dozimetrie și radioprotecție.

Pentru practica de zi cu zi în lucrul cu surse de radiații, **radioprotecția** își propune să stabilească principii pentru:

- protecția individului față de expunerea la radiații
- siguranța surselor de radiații atât în lucrul obișnuit cât și în procesele conexe.

În ceea ce privește conceptul de bază al protecției individului față de radiații, în anii '70 se admitea că principiul radioprotecției este „limitarea expunerii individuale”; însă cât de limitată să fie expunerea?

Experiența în domeniu stabilise că la anumite valori ale dozei primite apăreau efecte biologice constatabile nu numai medical, dar și neplăcute pentru cei afectați. Cu timpul astfel de prejudicii nu mai erau admise de cei care lucrau cu surse de radiații, astfel încât, convențional, limita expunerii era din când în când coborâtă.

Introducerea unei protecții împotriva radiațiilor ionizante constituie și în România, ca de altfel în toate țările europene o problemă care stă în atenția forurilor superioare și este guvernată de Legea nr. 111, modificată în 2004 și o serie de norme de securitate radiologică, dintre care cele mai importante sunt:

-NSR 01 - norme fundamentale de securitate radiologică

-NSR 02 - norme de securitate radiologică privind radioprotecția operațională a lucrătorilor externi

-NSR 03 - proceduri de autorizare

-NSR 04 - norme privind radioprotecția persoanelor în cazul expunerilor medicale

-NSR 06 - norme de dozimetrie individuală

-NSR 11 - norme de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională

-Directiva Euratom 97 – 43.

Procedura la care se referă protecția aduce un anumit beneficiu – științific, tehnologic sau individual, pentru sănătatea unui individ. Radioprotecția se află sub egida a trei principii:

- **Justificarea:** orice expunere la radiații ionizante trebuie să prezinte un beneficiu net care să fie superior eventualelor inconveniente datorate iradierii.

- **Optimizarea** reprezintă necesitatea căutării unui raport maximal între avantaje și inconveniente potențiale și elaborarea unor măsuri care să amplifice pe cât posibil avantajele în detrimentul inconvenientelor.

- **Limita de doză** impune elaborarea unor nivele maxime de iradiere posibile, ținând cont de dozele echivalente de organ și parametri tehnici ai echipamentelor utilizate.

La început, în radioprotecție se apela la noțiunea de „risc de radiații” ca probabilitatea de a se întâmpla ceva „neplăcut” pentru sănătate: de la un prejudiciu asupra sănătății până la accident mortal. Riscul la expunerea la radiații era privit și analizat comparativ cu alte riscuri impuse de activități umane (transportul auto, pe mare, pe aer, dar și de activitatea într-o anumită industrie). A apărut astfel necesitatea de a evalua riscul la radiații în paralel cu riscul altor activități și de a găsi calea de control („management”) a unui astfel de risc. Compararea valorii riscului la radiații cu aceea a celorlalte riscuri, a condus la valoarea acceptată de societate a riscului la expunerea la radiații; o asemenea valoare ar impune valoarea limită a expunerii la radiații care stă la baza normelor de radioprotecție.

Există patru moduri de clasificare a expunerii organismului:

- profesională, medicală și a publicului;
- normală și potențială;
- de urgență și cronică;
- externă și internă.

Expunerea profesională, medicală și a publicului

Sursele de radiații naturale și cele artificiale (cu marea lor diversitate) produc expunerea la radiații a întregii populații, atât cea angajată în activitatea științifică, tehnică și economică, cât și cea neangajată. Din acest punct de vedere se deosebesc trei tipuri de expuneri la radiații: expunerea profesională, expunerea medicală și expunerea publicului.

Expunerea profesională afectează angajații la locurile de muncă din obiective sau laboratoare în care se folosesc surse de radiații în condițiile autorizării legale a utilizării surselor de radiații. Expunerea profesională se poate datora surselor radioactive artificiale sau naturale.

Expunerea medicală se referă la pacienți, în caz de diagnostic și tratament prin radiații. Expunerea medicilor și a celui alt personal sanitar, prin activitatea lor cu proceduri medicale cu radiații sau cu substanțe radioactive este cuprinsă în **expunerea profesională**.

Expunerea publicului se datorează nu numai surselor de radiații naturale (expunerea naturală = 2,4 mSv pe an), ci și ceea ce decurge din utilizarea surselor de radiații artificiale.

Expunerea normală a unui individ este caracterizată cantitativ atât prin **doza efectivă**, cât și prin **doza echivalentă** în organele și țesuturile importante. Aceste doze, cauzate de posibila combinare a expunerilor din procedeele autorizate, nu trebuie să depășească **doza limită** (prin doză limită se înțelege doza efectivă limită).

Dozele limită se referă la expunerea profesională și la expunerea publicului. Ele nu se referă la expunerea medicală.

Expunerea profesională se caracterizează prin dozele limită:

- a) doza efectivă de 20 mSv pe an în medie în cinci ani consecutivi.
- b) doza efectivă de 50 mSv într-un an, cu condiția să se respecte doza medie în cinci ani consecutivi prevăzută la punctul a.
- c) doza echivalentă în lentila ochiului de 150 mSv pe an.
- d) doza echivalentă în extremitățile mâinilor și picioarelor sau la piele de 500 mSv pe an.

Expunerea publicului: în acest caz normele precizează că pentru grupul critic din public luat în considerare pentru o anumită procedură pentru care se estimează o doză efectivă nu trebuie să se depășească limita:

- a) doza efectivă de 1 mSv pe an.
- b) într-o împrejurare specială, doza efectivă de 5 mSv într-un singur an, cu condiția ca doza medie în 5 ani consecutivi să nu depășească 1 mSv pe an.

- c) doza echivalentă în lentila ochiului de 15 mSv pe an.
- d) doza echivalentă pe piele de 50 mSv pe an.

Expunerea medicală este guvernată doar de primele două principii ale radioprotecției, respectiv justificarea și optimizarea. În cazul expunerii medicale nu există limită de doză întrucât se consideră că expunerile se efectuează doar atâta timp și doar până când subiectul expus medical va fi clarificat din punct de vedere diagnostic, de monitorizare sau tratament.

Au fost elaborate norme specifice privind radioprotecția persoanelor în cazul expunerilor medicale. Respectiv normele sunt rezultatul colaborării directe a CNCAN, DGSE din MSF, Societății de Radiologie și Imagistică Medicală din România, a Comisiei de Radiologie din MSF precum și a celorlalte societăți profesionale și comisii de specialitate ale MSF vizate în mod direct de prevederile normelor.

Normele de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională vin să detalieze și să completeze cerințele de securitate radiologică stabilite atât de Normele Fundamentale de Securitate Radiologică cât și de Normele privind radioprotecția persoanelor în cazul expunerilor medicale.

De asemenea, au fost elaborate reglementări specifice pentru expunerile medicale la radiații ionizante a gravidelor, în radiologia pediatrică, dar și a expunerilor medicale efectuate în scop medico-legal.

Justificarea

În cadrul expunerilor medicale justificarea impune ca orice expunere medicală la radiații ionizante să prezinte un beneficiu net suficient, dacă se compară beneficiile totale potențiale terapeutice sau diagnostice pe care le produce, incluzând beneficiile directe asupra sănătății unei persoane individuale și beneficiile asupra societății, în raport cu detrimentul individual pe care expunerea îl poate cauza, luând în considerație eficacitatea, beneficiile și riscurile tehnicilor alternative disponibile având același obiectiv, dar care nu implică sau implică mai puțină expunere la radiații ionizante.

Toate tipurile de expuneri medicale la radiații ionizante trebuie să fie justificabile, înainte de a fi general adoptate. Tipurile de practici (orice tip de expunere) existente, care implică expunerea medicală la radiații ionizante pot fi și trebuie revizuite ori de câte ori apar informații noi și importante privind eficacitatea sau consecințele acestora.

Dacă un tip de practică implicând o expunere medicală nu este justificată în mod general, o expunere individuală determinată de acest tip poate fi justificabilă în condiții particulare, fiind evaluată de la caz la caz. Medicul ordonator (cel care face

trimiterea) și practicianul (cel abilitat prin competențele profesionale să efectueze o practică radiologică) trebuie să caute, unde este posibil, să obțină informațiile anterioare medicale utile pentru o eventuală expunere la radiații ionizante și să ia în considerare aceste date pentru a evita expunerea inutilă la radiații ionizante. Decizia finală aparține medicului practician.

În cazul particular al asistenților medicali de radiologie, orice expunere medicală nu este permisă fără existența unui bilet de trimitere cu informații medicale despre pacient, care justifică solicitarea examinării, dar se va executa doar cu avizul și la indicația directă a medicului radiolog.

În situația în care se solicită un același tip de examinare radiologică la interval de timp foarte scurt, în care teoretic nu există posibilitatea unor modificări semnificative, examenul nu trebuie efectuat.

Dacă o expunere medicală nu poate fi justificată, sau nu este justificată, aceasta va fi interzisă. Având în vedere că decizia finală aparține, conform legislației - NSR 04, responsabilitatea juridică a acestei expuneri aparține practicianului și nu ordonatorului.

Optimizarea

Toate dozele datorate expunerilor medicale în scopuri radiologice, trebuie să fie menținute la un nivel cât mai redus, rezonabil posibil, pentru a permite obținerea informației diagnostice urmărite, luând în considerare factori sociali și economici.

Procesul de optimizare implică alegerea echipamentului, a aspectelor practice, obținerea unei informații de diagnostic adecvate, asigurarea calității incluzând controlul calității, stabilirea și evaluarea dozelor, ținând cont de factorii economici și sociali.

În cazul asistenților medicali de radiologie, orice practică radiologică trebuie efectuată în baza unui protocol specific de procedură care se consideră a fi cel mai fiabil pentru expunerea medicală specifică. Aceste protocoale trebuie să fie permanent într-o potențială posibilitate de revizuire în raport cu tipul de echipament radiologic, dar și cu eventualele modificări impuse de studiile și cercetările medicale.

În context cu optimizarea, dar și ținând cont de specificul echipamentului și constrângerile de doză sunt elaborate de către forurile competente nivele de referință care reprezintă indirect limite de doză per tip de procedură radiologică.

O atenție deosebită trebuie acordată expunerilor medicale la care pot fi supuse femeile în perioada fertilă. Conform reglementărilor specifice termenul de femeie în perioadă fertilă se aplică femeilor cu capacitate de reproducere, de la pubertate la menopauză, respectiv femeilor cu vârsta cuprinsă între 12 și 50 ani.

În mod general, nici o gravidă nu va fi expusă medical la radiații ionizante fără o justificare adecvată.

Medicul ordonator este obligat să prezinte în scris practicianului toate informațiile medicale necesare justificării expunerii dorite. Ordonatorul are obligația de a menționa în indicația de efectuare a oricărei proceduri radiologice solicitată pentru o gravidă scopul, motivația expunerii, elementele clinice particulare pentru expunerea solicitată, săptămâna de sarcină la data solicitării, alte expuneri practicate anterior.

În cazul bolnavelor internate nu se va practica nici o expunere medicală la radiații ionizante decât după finalizarea și notificarea examenului clinic general complet. În cazul bolnavelor internate, la care expunerea medicală la radiații ionizante este succesivă altor expuneri, orice nouă solicitare a unei alte expuneri va fi însoțită obligatoriu de dosarul medical imagistic anterior.

În cazul dezacordului de opinii între ordonator și practician, decizia finală aparține practicianului, care are responsabilitatea efectuării procedurii radiologice.

Optimizarea procedurii radiologice trebuie să aibă în vedere reducerea la minimum a expunerii fătului, până la un nivel al constrângerii de doză de 1mSv, la care riscul expunerii se consideră a fi neglijabil.

În cazurile unor examinări radiologice care implică doze mari pentru fetuși (peste 10 mSv) și/sau iradierea abdomenului, practicianul este obligat să prezinte persoanei căreia urmează să i se efectueze o expunere medicală la radiații ionizante toate riscurile potențiale pentru făt, precum și beneficiile practicii radiologice pentru mamă și făt și să obțină acordul acesteia sau al aparținătorului legal, dacă persoana care urmează să fie expusă este în imposibilitatea de a-și exprima acordul.

Practicianul este obligat să notifice în scris, în finalul buletinului radiologic de interpretare, doza datorată expunerii medicale sau toate datele necesare evaluării acesteia.

Orice solicitare de practicare a unei proceduri radiologice pentru o femeie aflată în perioadă fertilă trebuie să fie însoțită de mențiunea specială a medicului ordonator asupra existenței unei eventuale sarcini. Femeile cărora li s-a efectuat histerectomie, femeile cu sterilitate primară sau secundară ori cele care sunt sub administrare continuă mai mult de trei luni de contraceptive orale se pot considera a nu fi însărcinate. Se va avea însă în vedere faptul că utilizarea contraceptivelor nu garantează neapărat absența sarcinii. Pacienta va fi întrebată explicit, verbal și în scris, dacă este însărcinată, și se va preciza data ultimei menstruații.

Absența oricărei suspiciuni de sarcină, cu evaluare clinică și de laborator, constatată atât de medicul ordonator cât și de medicul practician conduce la efectuarea procedurii radiologice.

Existența oricărei incertitudini cu privire la o posibilă stare de graviditate, exprimată de pacientă medicului ordonator sau cel practician, impune obligatoriu un consult de specialitate la medicul de specialitate obstetrică-ginecologie și amânarea expunerii medicale până la clarificare.

În situația în care pacienta se află în imposibilitatea de a preciza prezența unei eventuale sarcini, iar expunerea este absolut necesară, se efectuează procedura radiologică, cu luarea unor măsuri suplimentare de protecție (protejarea abdomenului inferior).

Dacă sarcina se confirmă și femeia trebuie investigată sau tratată pe parcursul sarcinii, se recomandă una dintre următoarele 3 proceduri alternative ori se vor alege altele, conform specificului fiecărui caz:

- a) utilizarea unor metode de diagnostic neiradiante, cum ar fi ultrasonografia sau rezonanța magnetică;
- b) amânarea examinării sau tratamentului până după naștere, dacă această opțiune se consideră acceptabilă din punct de vedere clinic, punându-se în balanță riscul și beneficiul pentru mamă și făt;
- c) în cazul în care în care întârzierea examinării sau tratamentului nu este considerată ca acceptabilă din punct de vedere medical, procedura radiologică se va efectua cu discernământ privind doza de radiații la nivelul fătului; în această situație, doza la nivelul fătului va fi estimată înainte de examinare/tratament și, dacă este relevant, reestimată după.

În procesul luării deciziei de efectuare a unei proceduri radiologice, riscul posibil datorat unor doze mari de iradiere trebuie să fie primordial.

Se recomandă, de principiu, amânarea oricărei expuneri medicale la radiații ionizante a gravidelor aflate în primele 15 săptămâni de sarcină.

În situații de urgență, în care viața femeii sau a produsului de concepție este în pericol, expunerea medicală la radiații ionizante cu scop diagnostic ori tratament trebuie efectuată.

Se recomandă consemnarea tuturor parametrilor tehnici de expunere pentru estimarea ulterioară a posibilelor riscuri pentru făt.

Pentru luarea deciziei corecte este necesară cooperarea gravidei.

În cabinetul de radiologie trebuie să existe afișe care să atenționeze pacienta asupra riscurilor expunerii pentru făt și asupra obligativității acesteia de a informa personalul medical de radiologie asupra unei posibile sarcini.

Pentru femeia expusă profesional la radiații ionizante, aflată în perioada de sarcină, se aplică prevederile art. 63 din Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 173/2003, cu modificările și completările ulterioare.

Pentru proceduri intervenționale sau de diagnostic cu radiații X care implică expunerea abdomenului inferior sau a pelvisului, în situația în care examinarea se justifică și nu poate fi amânată, reducerea dozei la nivelul fătului poate fi obținută prin:

- a) reducerea numărului de margini;
- b) selectarea proiecției;
- c) limitarea timpului de fluoroscopie la minimum;
- d) ecranarea și colimarea cu atenție a fasciculului de radiații.

Se recomandă folosirea unui protocol valabil care să cuprindă diferite tipuri de examinări radiologice ale abdomenului, care să asigure că doza de radiație la nivelul fătului este cât de joasă posibil de obținut.

Expunerea medicală în radiologia pediatrică impune condiții speciale privind executarea oricăror practici radiologice.

Examinarea radiologică a copilului trebuie să aibă în vedere particularitățile anatomice, patologice, biochimice și fiziologice, diferite pentru fiecare grupă de vârstă și deosebite de cele ale unui adult:

1. Anatomie

- a) proporțiile corporale
- b) mărimea și forma organelor
- c) dezvoltarea scheletului
- d) variația distribuției măduvei hematogene în timpul creșterii

2. Patologie

-boliile specifice vârstei (boli congenitale de cord, ileus cu meconiu, copilul abuzat)

3. Biochimie

- a) conținutul total de apă al corpului (nou-născut – 90%, adult – 60%)
- b) masa adipoasă redusă
- c) metabolismul diferit al mediilor de contrast

4. Fiziologie

- a) rata respiratorie mai mare (nou-născut – 80-120 de respirații/minut)
- b) ritm cardiac mai mare (nou-născut – 160-200 de respirații/minut)
- c) mișcări rapide.

De asemenea, la orice practică radiologică adresată copilului trebuie ținut cont că sensibilitatea la radiații ionizante a copilului este mai mare decât a adultului.

În cazul copiilor, justificarea și optimizarea, cele două principii de bază ale radioprotecției, trebuie aplicate cu o exigență mărită. Astfel, nici o expunere medicală nu va fi efectuată fără o justificare adecvată. Nu se va efectua nici o investigație radiologică atunci când se pot obține aceleași rezultate prin alte metode de diagnostic, care ar implica un risc mai mic pentru copil.

În acest sens medicul ordonator este obligat să prezinte în scris practicianului absolut toate informațiile necesare justificării expunerii solicitate. El va notifica scopul, motivația expunerii, dar și elementele clinice particulare pentru justificarea expunerii solicitate, precum și rezultatul altor expuneri medicale practicate anterior.

Orice expunere medicală va fi efectuată doar după obținerea consimțământului scris al aparținătorilor direcți ai copilului.

Optimizarea procedurii imagistice presupune interacțiunea a trei aspecte: calitatea diagnostică a imaginii, doza de iradiere a pacientului și alegerea tehnicii cele mai adecvate pentru efectuarea expunerii medicale.

Pentru orice examinare radiologică adresată copilului trebuie prevăzut un echipament standard din cauciuc plumbat pentru ecranarea porțiunilor de corp aflate în imediata apropiere a câmpului de diagnostic.

Pentru expuneri de 60-80 kV, reducerea maximă de 30-40% a dozei gonadice se obține prin ecranare cu cauciuc plumbat, echivalent 0,25mm plumb, poziționat în marginea câmpului de interes. Poziționarea pacientului trebuie să asigure pe cât posibil excluderea gonadelor din fascicolul de interes.

În general, poziționarea pacientului va fi precisă, indiferent dacă acesta cooperează sau nu. Pentru sugari și copii mici se vor utiliza dispozitive de imobilizare, care aplicate corect, vor garanta că:

- pacientul nu se mișcă
- fascicolul poate fi centrat corect
- colimarea limitează dimensiunile câmpului strict la zona de interes diagnostic
- este posibilă protejarea restului corpului
- dispozitivele sunt ușor de utilizat, iar aplicarea lor nu traumatizează pacientul.

Persoanele care ajută voluntar la efectuarea practicilor radiologice la copii se supun restricțiilor prevăzute în Ordinul ministrului sănătății și familiei și al președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 285/79/2002.

Responsabilitatea dotării unității sanitare cu aparatura radiologică corespunzătoare, mijloace adecvate și colective de protecție radiologică și dispozitive ajutoare de imobilizare pentru pacientul pediatric, prevăzute în prezentele reglementări, revine titularului de autorizație.

În ceea ce privește **reglementările specifice referitoare la expunerea medicală a persoanelor la radiații ionizante în cazul expertizelor medico-legale** vom face niște precizări de definiție a termenului de procedură radiologică medico-legală. Conform reglementărilor specifice se definesc ca proceduri radiologice medico-legale expunerile medicale la radiații ionizante în scopul expertizelor medico-legale sau la solicitarea unor asiguratori, cu sau fără indicație medicală clară.

Orice expunere medicală la radiații ionizante care are ca scop final o expertiză medico-legală se justifică individual cu respectarea criteriilor prevăzute în Ordinul ministrului sănătății și familiei și al președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 173-2003, cu modificările și completările ulterioare, conform cărora trebuie să existe o solicitare scrisă din partea unui ordonator.

Expunerea medicală la radiații ionizante a unei persoane la solicitarea unor asiguratori, efectuată fără referință la indicații clinice, se consideră nejustificată.

Sunt exceptate: suspiciune de furt sau trafic de droguri și arme, pentru care beneficiul net față de persoana expusă nu este relevantă în astfel de situații, criteriile de justificare sunt stabilite punctual, prin consultare cu organismele profesionale relevante.

Orice repetare a unei expuneri medicale la radiații ionizante având ca scop final o expertiză medico-legală este justificată numai în următoarele situații:

- calitatea radiografiilor este nesatisfăcătoare pentru un diagnostic de certitudine
- radiografiile nu au elemente de siguranță care să permită identificarea persoanei căreia i s-a efectuat expunerea anterioară
- când se contestă argumentat autenticitatea radiografiilor efectuate anterior
- când este necesară evaluarea evoluției temporale a unor leziuni traumatice interne
- în scopul efectuării unei contraexpertize.

Orice expunere medicală la radiații ionizante, efectuată în cazul procedurilor medicale, impune efectuarea cel puțin a unei radiografii, care se constituie ca document medico-legal.

Capitol IV

SUBSTANȚELE DE CONTRAST

Ana Magdalena Bratu, A. P. Purcărea

IV.1. Generalități

Contrastul reprezintă diferența de înnegrire între regiuni vecine. Gama de contrast este diferența între regiunea cea mai închisă (neagră) și regiunea cea mai deschisă existente pe filmul radiologic.

În structura corpului omenesc există patru densități fundamentale: gazul, grăsimea, apa și calciul. Inconvenientul radiologiei clasice este că densitățile apropiate nu pot fi diferențiate cu precizie pe filmul radiologic. În schimb examinările imagistice permit evidențierea unor organe și structuri patologice a căror grosime și coeficient de atenuare realizează un contrast natural cu țesuturile din jur.

Acest contrast poate fi mărit sau chiar creat când el nu există, prin intermediul așa-ziselor substanțe de contrast artificiale.

Astfel substanțele de contrast au drept scop creșterea sensibilității unei metode imagistice, cu vizualizarea unor structuri care nu sunt vizibile fără utilizarea acestor substanțe și caracterizarea mai bună a leziunilor în vederea elaborării unui diagnostic corect.

Trebuie reținut faptul că substanțele de contrast **nu sunt produse medicamentoase** în sensul strict al cuvântului deoarece nu produc nici un efect terapeutic, ele trebuie cunoscute pentru că recomandarea utilizării lor să țină cont de **riscurile** la care poate fi expus bolnavul și să fie apreciat **beneficiul** ce poate fi obținut în urma acestor examinări proporțional cu riscul care-l comportă.

Substanțele de contrast sunt constituite din elemente sau compuși cu o greutate specifică diferită de a țesuturilor examinate și care intrând în spații virtuale sau în cavități naturale realizează un mulaj și produc imagini de:

- o opacitate corespunzătoare în cazul substanțelor de contrast radioopace
- o transparență majoră în cazul substanțelor de contrast radiotransparente sau gazoase.

Substanțele de contrast radioopace pot fi utilizate și în scopul opacifierii structurilor vasculare și implicit a creșterii intensității organelor care prezintă vascularizație proprie, precum și a modificărilor patologice.

IV.2. Substanțele de contrast utilizate în radiologia convențională

Substanțele de contrast utilizate în radiologie pot determina un contrast negativ, înnegriind structura interesată, un contrast pozitiv, determinând apariția culorii albe la nivelul structurii pe care o examinăm sau se poate realiza un dublu contrast prin asocierea celor două menționate anterior.

Substanțele de contrast ce determină un contrast negativ în radiologia convențională sunt reprezentate de aer sau alte gaze, ca de exemplu gaz carbonic sau gaze inerte. Utilizarea substanțelor de contrast negativ au ca scop:

- completarea conținutului gazos deja existent al unui organ cavităar
- aprecierea morfologiei unei cavități virtuale (peritoneu, pleură, etc)
- disocierea unor structuri solide limitrofe (pneumomediastin, retropneumoperitoneu etc) – această metodă are la ora actuală doar un interes istoric
- crearea unui contrast negativ în spații limitate de structuri cu densități identice (ventriculi cerebrali, articulații etc) - metoda însă a fost abandonată odată cu apariția ecografiei, CT, IRM, având în vedere riscul crescut de apariție a emboliilor gazoase.

Substanțele de contrast utilizate în mod curent în radiologia medicală sunt cele care realizează un contrast pozitiv. Acestea sunt reprezentate de două mari categorii și anume substanțe baritate și substanțe iodate. Ambele substanțe au un număr atomic mare determinând o absorbție crescută a razelor X și astfel realizează o opacifiere a structurilor interesate.

Substanțele de contrast ce utilizează bariul sunt substanțe insolubile și se utilizează sub forma unei sări insolubile de sulfat de bariu. Sulfatul de bariu este insolubil în apă și în mediile cu pH-uri variate ale tractului digestiv, are număr atomic mare și nu se resoarbe la nivelul mucoasei digestive. Astfel el constituie substanța de contrast de elecție pentru studiul organelor cavitare abdominale. Fiind insolubil, prin amestecul dintre sulfatul de bariu și apă se realizează o suspensie. Administrarea substanței de contrast baritate se realizează doar per os sau prin clismă, rolul ei fiind acela de a opacifica lumenle digestive.

Administrarea per os a substanței baritate este utilizată pentru realizarea unui examen eso-gastro-duodenal sau a unui examen de intestin subțire, în timp ce clisma baritată este folosită pentru examinarea intestinului gros, examen care poartă denu-

mirea de irigografie. Toate aceste tipuri de examinare sunt examene fluoroscopice, urmate de realizarea de clișee radiografice în funcție de patologie. Niciodată substanța de contrast baritată nu se administrează intravenos.

Substanțele de contrast baritate au ca și contraindicații de administrare următoarele situații:

- în cazul suspiciunii unei fistule digestive sau a perforațiilor pentru că în aceste situații există riscul de pătrundere în cavitatea peritoneală a bariului, iar sulfatul de bariu este iritant pentru peritoneu
- în cazul existenței unei ocluzii intestinale, pentru că sulfatul de bariu precipită determinând formarea de conglomerate, care pot agrava o ocluzie.

Substanțele de contrast iodate sunt substanțe hidrosolubile, incolore și stabile în condiții de depozitare adecvate (loc uscat, întunecos și fără expunere la radiații X).

Substanțele de contrast iodate sunt destinate explorării:

- altor lumene decât cele digestive
- pentru lumene digestive în cazul contraindicațiilor sulfatului de bariu.

Acest tip de substanțe de contrast sunt utilizate pentru opacifierea:

- vaselor sanguine (arteriografie, flebografie) când substanța de contrast este administrată intravenos sau intraarterial,
- căilor biliare (colangiografie anterogradă sau retrogradă) când substanța de contrast este administrată direct, prin injectare în căile biliare,
- căilor excretorii urinare (urografie intravenoasă, ureteropielografie retrogradă sau percutană, uretrografie, cistografie), când substanța de contrast este administrată fie intravenos, fie direct prin injectare în căile urinare,
- canalului rahidian (mielografie), când substanța de contrast este administrată direct prin injectare în canalul rahidian,
- articulațiilor (artrografie), când substanța de contrast este administrată direct prin injectare într-o articulație,
- tub digestiv, când substanța de contrast este administrată per os sau prin clismă,
- fistulelor, când substanța de contrast este administrată direct prin injectare la nivelul traiectului fistulos, retrograd.

Administrarea de substanțe de contrast iodate este contraindicată în cazul existenței riscului de reacții adverse la acestea.

Examinarea în dublu contrast este o examinare care se realizează doar la nivelul tubului digestiv și care cuprinde cel puțin două etape și anume prima este administrarea de substanță de contrast baritată, urmată de administrarea de aer. Acest tip de examinare este utilizată pentru o mai bună vizualizare a leziunilor mici de la nivel digestiv.

- depind de caracteristicile fiziologice ale fiecărei substanțe (osmolaritate, vâscozitate, încărcătură electrică, capacitate de chelare a calciului, conținutul de sodiu),
- apar mai frecvent la pacienții cu insuficiențe de organ, manifestându-se cel mai frecvent sub forma nefrotoxicității.

O altă clasificare, mai frecvent utilizată, a reacțiilor adverse la administrarea de substanțe de contrast iodate intravascular este cea în care acestea sunt:

- renale
- nonrenale.

Reacțiile adverse nonrenale, în funcție de momentul apariției, pot fi imediate sau tardive. Cele imediate se clasifică la rândul lor în reacții minore, intermediare și grave.

Reacțiile minore includ:

- greață, vărsături, prurit, eritem, cefalee, urticarie moderată
- sunt de intensitate mică
- nu necesită tratament
- dispar spontan odată cu terminarea injectării
- frecvența este mai mare pentru substanțele hiperosmolare (5-15%).

Reacțiile medii includ:

- simptomele reacțiilor minore cu intensitate mai mare
- hipotensiunea
- bronhospasmul
- apar în 1-2% din cazurile injectate cu substanțe hiperosmolare
- necesită tratament care induce de regulă remisii promptă.

Reacțiile grave au potențial fatal și includ tabloul reacțiilor medii la care se adaugă:

- convulsii,
- pierderea cunoștinței,
- edem laringian,
- edem pulmonar,
- aritmii cardiace și stop cardiorespirator.
- frecvența lor pentru substanțele hiperosmolare este de 0,2-0,06%.

Toate aceste reacții au o frecvență de aproximativ 5 ori mai mică în cazul folosirii substanțelor de contrast cu osmolaritate joasă sau izosmolare, motiv pentru care utilizarea mediilor de contrast cu osmolaritate joasă este preferabilă folosirii substanțelor de contrast hiperosmolare asociată cu profilaxie cu corticosteroizi.

Reacțiile non-renale tardive nu amenință de regula viața și cuprind stări flu-like, parotidite, dureri abdominale, greață și vărsături. Fiziopatologia acestor reacții este incomplet cunoscută.

Reacțiile adverse la nivel renal sunt descrise clasic cu termenul de nefrotoxicitate a substanței de contrast și este definită drept reducerea funcției renale, fiind exprimată prin creșterea creatininemiei cu 25% sau 44 $\mu\text{mol/l}$ și ele pot să apară în maxim trei zile după administrarea intravasculară a unei substanțe de contrast, fără depistarea unei etiologii alternative.

Rinichiul este principalul organ asupra căruia acționează substanțele de contrast iodate, acestea fiind eliminate în proporție de 99% pe această cale, cu reducerea nivelului plasmatic la jumătate după 2 ore și cu 75% după 4 ore de la administrarea intravasculară.

În plus, prin reabsorbția apei filtrate glomerular în proporție de 99% concentrația substanței de contrast în urină este de 50-100 de ori mai mare decât în plasmă.

Astfel la pacienții cu alterarea funcției renale, eliminarea contrastului iodat este prelungită cu creșterea concomitentă a eliminării extra-renale prin ansele intestinale și pe cale biliară. Acumularea la nivelul veziculei biliare a contrastului iodat nu traduce însă obligatoriu o afectare a funcției renale, acest aspect fiind prezent și la pacienți cu funcție renală normală.

Efectele secundare care pot apare în urma administrării de substanțe de contrast iodate intravascular se pot clasifica în:

- **modificări hemodinamice** – determinând creșterea presiunii în arterele pulmonare, creșterea volumului sanguin total și a debitului cardiac, diminuarea rezistenței periferice și pulmonare;
- **reacții anafilactoidice** - determinate de eliberarea de histamină, bradichinină, cu activarea sistemului complement; nu există reacție de tip antigen-anticorp;
- **efecte cardiace** – care constau în diminuarea frecvenței și a contractilității miocardului, vasodilatație coronariană;
- **efecte renale** - insuficiență renală acută;
- **efecte asupra globulelor roșii** - rigidizare și modificări de agregabilitate;
- **efecte asupra coagulării** - efect anticoagulant;
- **efecte asupra endoteliului vascular** - determinând fenomene inflamatorii cu formare de trombi.

IV.5. Metode de prevenire și combatere a incidentelor și accidentelor post-administrare a substanțelor de contrast

Pentru a se reduce riscul de apariție a reacțiilor adverse la administrarea de substanțe de contrast iodate intravascular trebuie în primul rând să fie cunoscuți

factorii de risc implicați, însă absența acestor factori de risc nu garantează că aceste reacții adverse nu apar postinjectare de substanțe de contrast iodate.

Cei mai importanți factori de risc cunoscuți sunt:

1. Risc renal - insuficiență renală, tratament concomitent cu medicamente antiinflamatorii nesteroidiene. Pentru a putea fi cunoscută starea funcției renale și pentru a preveni riscul apariției reacțiilor adverse este obligatoriu ca bolnavii să se prezinte înainte de efectuarea unei examinări care presupune injectarea de contrast iodată cu valorile ureei și creatininei.

2. Risc anafilactoid - astm, antecedente de reacții adverse la injectarea de contrast iodată, precum și alte antecedente alergice medicamentoase sau alimentare. Dintre alimente se cunoaște că nucile conțin iod, așa că alergici la nuci poate fi contraindicație de administrare de contrast iodată intravascular.

3. Risc cardiovascular - insuficiență cardiacă, hipertensiune arterială malignă, cunoscute fiind efectele substanțelor de contrast iodate asupra sistemului cardiovascular.

4. Alți factori de risc - diabet, mielom multiplu, lupus.

Factorii de risc care predispon la apariția reacțiilor adverse de tip non-renal sunt:

- existența reacțiilor adverse în antecedente, antecedente de astm, bronhospasm, alergii sau atopie, suferințe cardiace, deshidratare, boli hematologice (sickle-cell anemia, policitemie, mielomatoză), nou-născuți, pacienți foarte vârstnici, medicamente (β blocante, interleukina 2, AINS).

O modalitate de prevenire a reacțiilor adverse este identificarea acestor factori și evitarea folosirii de substanțe de contrast hiperosmolare.

Este recomandabilă utilizarea în aceste cazuri de posibile reacții adverse:

- a substanțelor de contrast cu osmolaritate joasă,
- injectarea unei substanțe hiperosmolare precedată de administrarea de metilprednisolon per os cu 12 ore și 2 ore înainte de injectare.

Prevenirea reacțiilor adverse se face prin respectarea următoarelor reguli:

- indicația de examinare să fie corectă;
- anamneză amănunțită;
- explicarea în detaliu a procedurii;
- administrarea unei cantități maxime de 1,5 ml/kg corp;
- utilizarea de substanțe de contrast iodate hipo-/ izosmolare
- hidratare bună a pacientului, preexaminare și postexaminare, și anume administrarea de perfuzii cu ser fiziologic 100 ml/h începând cu 4 ore înainte de administrarea contrastului iodată și continuată 24 de ore după injectare este recomandată pacienților cu afectare renală preexistentă (diabetici).

- metodele de testare a sensibilității la iod precum testul sublingual, conjunctival sau ocular, intradermic sunt total neindicate având în vedere că pot produce o sensibilizare la iod, iar la administrarea de substanță de contrast intravasculară poate apărea o reacție adversă gravă; singurul test care se poate face în siguranță pentru pacient este administrarea de substanță de contrast iodată intravenos în cantitate mică, lucru care se realizează la orice injectare în timpul verificării permeabilității liniei venoase,

- premedicație - corticoizi și antihistaminice.

În timpul injectării substanței de contrast iodate trebuie să fie urmărită următoarea parametrii:

- **respirația** - dispneea inspiratorie și stridorul indică edem laringian, dispneea expiratorie indică bronhospasm;

- **culoarea tegumentelor** - cianoză (hipoxie), roșeață (manifestări anafilactoidale), paloare (reacție vaso-vagală);

- **aspectul cutanat** - urticarie, edem facial;

- **tensiunea arterială și AV** - tahicardia indică șoc anafilactic sau colaps cardiovascular, bradicardia indică șoc vagal.

Tratamentul reacțiilor adverse la administrarea de substanțe de contrast iodate diferă în funcție de gravitatea acestora, dar indiferent de gravitate el trebuie să fie prompt, pacientul trebuie să aibă două linii venoase care să asigure administrarea medicamentelor intravenoase. Fără a se intra în detalii terapeutice trebuie să fie știut că *administrarea i.v. de calciu* poate diminua reacțiile ușoare sau medii ținând cont de faptul că substanțele de contrast iodate sunt chelatoare de calciu, producând o hipocalcemie pasageră. Însă această administrare de calciu trebuie făcută doar în condițiile în care se cunosc antecedentele pacientului și tratamentele curente ale acestuia, pentru că o serie de medicamente contraindică administrarea de calciu intravenos. De asemenea oxigenul este indispensabil într-o secție de radiologie care utilizează administrarea de substanțe de contrast intravascular. Trebuie de asemenea cunoscut faptul că este necesar ca să fie la îndemână soluții perfuzabile, de ser fiziologic sau Ringer, hemisuccinat de hidrocortizon, antihistaminice, precum și alte medicamente specifice fiecărei posibile reacții adverse în parte.

Un incident care poate apărea în momentul injectării de substanță de contrast iodată intravenos este extravazarea acesteia la locul injectării. În momentul sesizării acestui tip de incident trebuie oprită imediat administrarea contrastului și se aplică local pungă cu gheață, urmată de unguent cu hialuronidază, altfel există riscul unei necroze locale extinse.

IV.6. Substanțele de contrast utilizate în ecografie

Substanțele de contrast utilizate în ecografie se bazează pe observația că microparticulele de aer cresc reflexia fascicolului de ultrasunete, ducând la creșterea intensității semnalului receptat.

Astfel, microbule de dioxid de carbon injectate intravenos cresc ecogenitatea vaselor și a oricărei leziuni vascularizate, reducându-se dimensiunile leziunilor detectate (crește sensibilitatea metodei), mai ales în cazul leziunilor izoecogene cu un parenchim dat.

Dimensiunile microbulelor sunt de câțiva microni permițând trecerea fără probleme prin capilare.

Pentru asigurarea duratei necesare examenului, microbulele sunt atașate altor componente (galactoză - Echovist, Levovist, microsfele de albumină umană - Albunex), eventual protejate cu un strat de acid palmitic 0,1% (Levovist) sau fosfolipide (Sonovue, Definity), prevenind astfel difuzia rapidă a aerului în interstițiu și conferă stabilitate la variațiile de presiune. Astfel contrastul persistă de la 60 secunde până la 7 minute.

Principalele indicații ale substanțelor de contrast ecografice sunt :

- evaluarea tumorilor hepatice (se poate aprecia vascularizația și dimensiunea zonelor de necroză),
- evaluarea ramurilor venoase portale în ciroză,
- șunturile TIPS,
- stenoza de arteră renală,
- stenoza strânsă a arterelor carotide,
- sonosalpingografie (evaluarea permeabilității conductelor tubare).

Reacțiile adverse sunt practic inexistente după administrarea intravenoasă a substanțelor de contrast ecografice.

IV.7. Substanțele de contrast utilizate în rezonanța magnetică (IRM)

Substanțele de contrast utilizate în rezonanța magnetică își datorează efectul modificării timpului de relaxare spin-rețea (T1) și spin-spin (T2). Ele sunt denumite substanțe de contrast paramagnetice și conțin ioni cu unul sau mai mulți electroni liberi.

Efectul pe timpul de relaxare protonică (proton relaxation time) apare datorită interacțiunii dipolului magnetic electronic al substanței de contrast cu dipolul magnetic al protonilor vecini. Datorită faptului că dipolul magnetic electronic este de

1000 ori mai mare decât al protonului cantitatea de substanță paramagnetică necesară pentru a reduce timpul de relaxare este foarte mică.

Dintre toți atomii, gadoliniul (Gd), un element natural rar, are efectul de relaxare cel mai puternic. Magnevist este un agent de contrast nespecific extracelular, cu o toleranță foarte bună la administrarea intravenoasă, el având în componență gadoliniu. Este utilizat în secvențele ponderate T1 pentru vizualizarea vaselor și a cordului (angio-IRM) sau caracterizarea leziunilor cu diferite localizări (similară utilizării compușilor iodați în CT, dar Magnevistul are avantajul absenței nefrotoxicității, putând fi administrat pacienților cu insuficiență renală), doza uzuală este de 0,1mmol/kgcorp. Timpul de înjumătățire plasmatică este de aproximativ 90 min, eliminarea fiind aproape integral renală. Reacțiile adverse la Magnevist sunt rare, de intensitate redusă și necesită de regulă doar tratament simptomatic și urmărire, dar din păcate în ultimii ani au fost raportate și reacții adverse de tipul șocului anafilactic.

Dezvoltarea produșilor de contrast a dus la apariția unor substanțe cu specificitate de organ, în mod special hepatici. Gadobenatul de dimeglumină (Gd-BOPTA - Multihance) este exponentul unei clase de agenți de contrast specifici hepatobiliari extracelular, având efect de scurtare T1 și eliminare biliară între 2 și 5%, restul fiind pe cale renală.

Altă categorie de substanțe de contrast specifice cu localizare intracelulară include agenții cu particule degradabile de oxid de fier. Aceste particule sunt fagocitate de sistemul reticulo-endotelial din ficat (celule Kupffer - predominant, până la 80% din doza injectată), splină (macrofagele din pulpa roșie) și măduva hematopoetică, determinând reducerea semnalului în țesuturile normale. Țesuturile care nu conțin acest tip de celule, de regulă țesuturi tumorale, nu vor fagocita particulele de oxid de fier păstrând un semnal de intensitate ridicată, fiind mai bine vizualizate după folosirea acestui tip de contrast. De reținut este faptul că acest tip de substanțe de contrast sunt asociate secvențelor ponderate T2. Ele pot fi utilizate atât pentru contrastul parenchimului hepatic cât și vascular.

O altă substanță de contrast cu specificitate hepatobiliară este Mangofodipirul trisodiu (Mn-DPPD - Teslascan) care produce o scurtare a T1 în ficatul normal (intensitate crescută a semnalului), leziunile patologice apărând în hiposemnal. Se elimină în proporție mare (>40%) pe cale biliară, iar reacțiile adverse sunt rare, cu o incidență de 1-2%, reacțiile anafilactice severe fiind de 6 ori mai rare decât în cazul substanțelor de contrast non-ionice.

IV.8. Rolul asistentei în administrarea substanțelor de contrast intravenoase

- la indicația medicului radiolog, sau împreună cu acesta, face interogatoriul pacientului pentru depistarea unor eventuale antecedente patologice alergice. Insistă în interviu asupra compatibilității pacientului în raport cu diverse medicamente, în special antibiotice și antiinflamatorii, cât și cu alimente puternic alergene (căpșuni, mure, fragi, nuci - cu conținut mare de iod). O atenție deosebită, care de fapt constituie și contraindicație absolută a administrării substanțelor de contrast iodate, o constituie tratamentul cu substanțe medicamentoase care conțin iod (tratament endocrin).

- se asigură că după interviu pacientul în deplină cunoștință de cauză semnează formularul de consimțământ, cu privire la acordul pentru efectuarea examinării, precum și a administrării sau nu a substanței de contrast.

- verifică data de valabilitate a flaconului de substanță de contrast.

- se asigură că substanța de contrast este la o temperatură de cca 30°C. În situația în care substanța de contrast este rece va proceda la încălzirea ei în sisteme dedicate.

- montează în condiții de asepsie și antisepsie branulă pentru administrarea substanței de contrast. Calibrul branulei este decis de medic în funcție de debitul și viteza necesare injectării substanței de contrast.

- în situația în care pacientul se prezintă cu branulă deja montată se verifică permeabilitatea acesteia.

- asistă sau injectează sub supravegherea medicului substanța de contrast. Substanța de contrast nu se administrează în flux continuu, ci cu o întrerupere a injectării de cca 10-15 sec de la debut, și după administrarea a maxim 1 ml substanță de contrast intravenos. Se observă cu atenție orice fel de reacție a pacientului; aceasta constituie tehnica cea mai fiabilă de testare a unor eventuale reacții alergice la administrarea de substanță de contrast intravenos.

- după administrarea substanței de contrast intravenos asistenta debarasează materialele utilizate pe care le evacuează în recipiente conform legislației în vigoare.

- **ATENȚIE:** flaconul de substanță de contrast utilizat se păstrează 24 de ore de la injectare pentru eventuale sesizări a firmei producătoare/distribuitoare.

- pe timpul injectării asistenta este obligată să supravegheze eventualele incidente de injectare (efracția vasului, administrare paravenoasă, întreruperea circuitului de injectare – în cazul utilizării seringilor automate de injectare).

- după injectare branula se păstrează minim 30 de minute, după care în situația evoluției favorabile a pacientului, ea poate fi suprimată.

- la suprimare se asigură asepsia, antisepsia și pansamentul locului de injectare.

Capitolul V

APARATUL DE RADIOLOGIE CONVENȚIONALĂ

C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu

V.1. Componenta aparatului de radiologie

Orice aparat de radiologie este alcătuit dintr-o serie de echipamente și subansamble:

- Tub radiogen cu accesoriile sale
- Generator, care are în alcătuirea sa:
 - Transformatoare
 - Redresoare
 - Temporizatoare
 - Linii de alimentare
- Pupitru de comandă
- Masă de radiografie
- Stativ de radiografie
- Ecran de fluoroscopie – pentru echipamentele cu două posturi (de grafie și scopie)
- Sertar portcasetă.

Generatorul este acea parte a aparatului de radiologie care asigură formarea curentului electric specific funcționării tubului radiogen și funcționarea echipamentelor anexă. Curentul care ajunge la generator din rețeaua electrică a unității deținătoare a aparatului de radiologie este curent alternativ de 220 sau 380 V. Tubul trebuie asigurat cu curent continuu cu tensiune de ordinul kilovolților și intensitate mică de ordinul miliamperilor. Acest deziderat se rezolvă cu ajutorul transformatoarelor și a redresoarelor.

Orice generator are în construcție două transformatoare, unul de înaltă tensiune, care transformă curentul de la rețea în curent cu tensiuni între 40-150 kV, în raport cu caracteristicile tubului și un alt transformator de joasă tensiune, care transformă curentul de la rețea în curent de 20V, care asigură prin circuitul de joasă tensiune încălzirea filamentului catodic.

Transformatorul este alcătuit dintr-un primar și un secundar. La nivelul primarului ajunge tensiunea de la rețea, iar la nivelul secundarului tensiunea este multiplicată cu factorul de transformare, ieșind un curent de ordinul kilovolților.

Intensitatea care va fi debitată de secundar va fi egală cu cea furnizată de primar, împărțită cu factorul de transformare și care va ajunge de ordinul miliamperilor. Pentru disiparea căldurii transformatoarele se află în baie de ulei mineral.

Prin transformare se obține un curent cu altă tensiune și intensitate, dar de fapt este tot un curent alternativ. Pentru a avea asigurat curentul continuu cu care se asigură funcționarea tubului sunt necesare redresoarele de curent.

Curentul alternativ este sinusoidal. **Redresorul** are rolul de a “amputa” acea porțiune “inversă” a sinusoidei (fig. 12).

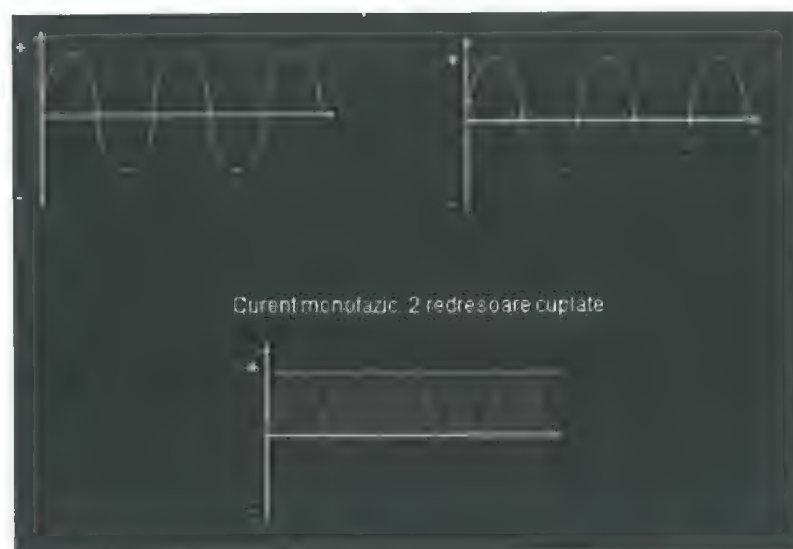


Figura 12. Principiul redresorului

După caracterele lor constructive redresoarele care se utilizează la aparatele de radiologie sunt clasificate în:

- Supape cu vid
- Redresori uscați

Pentru un curent trifazic avem nevoie de lanțuri de câte 6 redresoare (fig. 13).



Figura 13. Curent trifazic cu 6 redresoare

În acest fel orice instalație radiologică are două circuite electrice complet separate:

- Un circuit de joasă tensiune, care asigură alimentarea filamentului catodic și încălzirea lui.
- Un circuit de înaltă tensiune, aflat între catod și anod și care creează o diferență mare de potențial asigurând o viteză mare de deplasare a fascicolului electronic, respectiv o energie mai mare de izbire a electronilor de anod.

Temporizatoarele sunt dispozitive electronice care controlează alimentare electrică a tubului, dar și a echipamentelor auxiliare ale aparatului de radiologie convențională.

Au doi timpi de funcționare:

- Timp de pregătire

Acesta asigură:

- încălzirea filamentului catodic
- accelerarea anodului la viteza de rotație optimă
- conectarea circuitelor de măsurare și control
- armarea echipamentelor auxiliare (grila, iontomat, etc.)
- deconectarea și izolarea circuitului de scopie (la aparate cu 2 posturi)

- Timp de poză

Acesta asigură:

- emisia de curent de înaltă tensiune
- punerea în funcțiune a echipamentelor auxiliare
- măsurarea timpului de emisie a fascicolului

Liniile de alimentare sunt reprezentate de cablurile care asigură legătura între sursa de curent de la rețea și transformatoare. Ele trebuie să fie din cupru, cât mai scurte posibil și groase, în funcție de parametri aleși de constructor.

Pupitrul de comandă

Cuprinde cel puțin următoarele mecanisme de control:

- buton pornire/oprire
- selector de focar (pentru tuburile cu 2 focare)
- comutator scopie/grafie (pentru aparatele cu 2 posturi)
- aparate de măsură și control pentru cei 3 parametri ai expunerii:
 - tensiune (KV)
 - intensitate (mA)
 - timp.

Se pot modifica manual cel puțin doi parametri, al 3-lea fiind ajustat automat.

Aparatele moderne au regimuri presetate (în memoria aparatului) pentru diverse tipuri de expunere în funcție de segmentul anatomic de radiografiat.

Coloana port-tub

- susține tubul și accesoriile acestuia (cupola, centror, diafragme, filtre)
- permite mișcarea controlată a tubului în cel puțin 2 axe (inclusiv rotația).

Masa de radiografie este echipamentul care permite examinarea bolnavului în decubit.

Poate fi:

- fixă sau cu platou mobil
- orizontală fixă sau basculantă (pentru posturile de fluoroscopie, când poziția ei este verticală, dar poate fi culcată)

Poate conține alte accesorii:

- grila Bucky
- iontomat
- selector de film
- schimbător de film.

Stativul vertical:

- pentru examinarea bolnavului în ortostatism
- mobil numai pe axul vertical (înălțime reglabilă)
- poate conține alte accesorii:
 - grila Bucky
 - iontomat.

Grila antidifuzoare

Este un dispozitiv alcătuit din lame fine de plumb, separate între ele de material radiotransparent, orientate astfel încât să coincidă cu conicitatea fascicolului incident de radiații. Ea are rolul de a opri radiația difuzată care să impresioneze filmul radiografic (vezi Noțiuni de radiofizică).

Tubul radiogen (fig. 14) este construit pe principiul tubului Coolidge, fiind alcătuit dintr-un tub, fabricat tradițional din sticlă, un catod și un anod. Acest conținător de sticlă are în interior un grad înaintat de vid. La tuburile moderne sticla a fost înlocuită cu materiale ceramice sau chiar metal.

Catodul este o piesă de obicei cilindrică, care găzduiește un filament din tungsten. Filamentul încălzit reprezintă furnizorul de electroni. Aceștia sunt organizați într-un fascicol, considerat linear, dar de fapt conic, datorită acelei piese metalice care este corpul catodului și care se numește piesă de concentrare.

La tuburile moderne, care au anodă rotativă și care au putere mare, există două filamente.

Anodul este cea de a doua piesă metalică a tubului radiogen. Ea este plasată la celălalt capăt al tubului radiogen, în ax cu catodul, fiind supus bombardamentului electronic provenit de la filamentul acestuia. Pentru a asigura proiecția corectă a fascicolului fonic creat la acest nivel, anodul are un unghi de pantă pe suprafața acestuia, de cca 15-20°, formând o pistă circulară la periferie. În cazul tuburilor cu două filamente, angulația suprafeței anodului este dublă, câte o pantă pentru fiecare fascicol de electroni proveniți de la filamente, deci au două piste. Pentru o mai bună disipare a căldurii generate de bombardamentul electronic suprafața anodului este de obicei mare, dar se are în vedere că o suprafață prea mare poate determina vibrații.

Pistele anodului sunt din metal cu Z mare (tungsten). Tuburile moderne, cu putere mare, au anod rotativ, acesta având un ax făcut de obicei din grafit, fiind prevăzut cu rulmenți. Anodele rotative au o rotație de cel puțin 3000 de rotații pe minut și maxim 9000 de ture pe minut. Cu cât viteza de rotație este mai mare cu atât răcirea anodului este mai eficientă, iar bombardamentul fiecărui punct de pe pistă se face mai rar.

Locul de pe pista anodului unde ajunge fascicolul electronic poartă numele de focar optic. El are forma unui pătrat, proiectat pe suprafața pistei. Cu cât suprafața lui este mai mică cu atât imaginea este mai netă, fascicolul fonic fiind mai concentrat. Dimensiunile focarului optic este variabilă, cele mai mici fiind de 0,1-0,3 mm.

Locul prin care fascicolul fonic este proiectat să iasă din tub poartă numele de focar real.

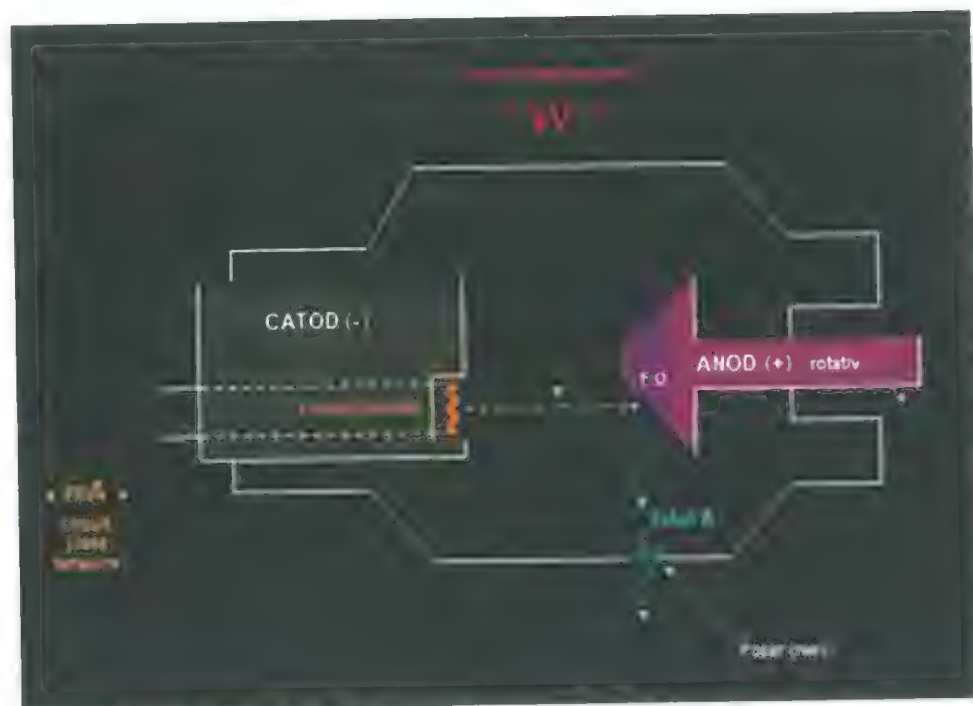


Figura 14. Schema tubului

Cupola

Este un recipient metalic, de obicei de formă cilindrică, fabricat din oțel, echivalent a 3 mm plumb, în care este poziționat tubul radiogen. Cupola este umplută cu ulei mineral, care are rol de absorbție, disipare a căldurii emanate de tub.

Este prevăzută cu trei orificii: două la extremități, prin care intră cablurile care alimentează tubul și un orificiu, acoperit etanș cu material radiotransparent, prin care iese fasciculul de radiații produs de tub.

Atunci când se introduce tubul în cupolă trebuie orientat și centrat perfect pentru că este primul pas în dimensionarea și centrarea fascicolului.

Filtrele

Se află imediat sub cupolă având rolul de a omogeniza fasciculul de raze X. La ieșirea din tub fasciculul nu este perfect omogen ca intensitate, iar filtrele, care sunt din aluminiu și cupru au rolul de a opri fotonii cu energie inferioară celei pentru care este reglat generatorul.

Blocul de diafragmare și centrare

Este un dispozitiv de formă de obicei cubică prevăzut cu lame metalice care glisează în sens linear sau în iris, numit sistem de diafragme, cu rolul de a dimensiona

mai exact fasciculul incident, respectiv suprafața de expunere pe segmentul de radiografiat.

În interiorul blocului există un sistem luminos, numit centror, care traversează o miră de vizare exactă a punctului în care fasciculul trebuie să ia contact cu ținta, astfel încât raporturile între planurile sagitale și frontale ale țintei să fie orientate perfect pentru a obține o imagine diagnostică exactă.

Iontomatul

Este un sistem de control automat al expunerii (AEC).

Principiul de funcționare este contorizarea numărului de fotoni X care îl traversează pe unitatea de suprafață; are rolul de reglare automată a parametrilor electrici de expunere astfel încât să se obțină numărul presetat de fotoni (calitatea fascicolului) aflat în programul automat de expunere pe segmente, cu care este dotat echipamentul radiologic, astfel încât calitatea imaginii radiologice să fie corespunzătoare pentru diagnostic fără a iradia excesiv subiectul. Întregul proces are loc în timpul expunerii.

Este localizat în interiorul mesei / stativului vertical, în fața casetei. Plaja de repartitie a fascicolului poate fi presetată, existând trei celule de citire, două laterale și una centrală.

V.2. Tipuri de aparate radiologice

În practica radiologică se utilizează mai multe tipuri de aparate radiologice convenționale.

Vom prezenta pe scurt aceste tipuri de echipamente cu care ne putem întâlni în laboratoarele de radiologie și imagistică medicală.

Pentru efectuarea radiografiilor "de uz general" se utilizează **aparatele fixe de radiografie**. Ele au în constituire părțile mari menționate mai sus. Elementele de specificitate sunt următoarele:

- generator de înaltă frecvență de 65-85 kW
- masă orizontală universal motorizată
- mișcare pe minim trei direcții a blatului orizontal
- stativ vertical
- echipamentele moderne prezintă:
 - sistem de reglare automată a parametrilor electrici (iontomat)
 - sisteme de digitalizare sau achiziție direct digitală a imaginii.

Masă basculantă pentru examene fluoroscopice și radiografice

- generator de înaltă frecvență 50-65 kW
- masă basculantă universal înclinabilă +90/-30
- mișcare blat orizontal în patru direcții
- expunere în toate direcțiile, vertical sau oblic
- tubul și coloana port-tub se pot roti +/- 180
- cuplare automată cu dispozitiv Bucky
- amplificator de imagine
- sistem automat de reglare a parametrilor electrici
- radiografie digitală sau analogă
- cele digitale sunt echipate cu:
 - sistem de arhivare
 - interfață DICOM.

Aparat mobil de radiografie

- generator de înaltă frecvență 3,5-30 kW
- masa de comandă încorporată
- tub radiogen cu anodă fixă / rotativă, fixat pe un braț mobil și extensibil
- mobilitate deosebită a aparatului
- alimentare la rețea 220V, 50/60 Hz.

Aparat de radiografie mobil cu braț în C

- aparat mobil pentru sălile de operație
- generator monobloc de înaltă frecvență 3,3 kV
- tub radiogen cu anodă fixă / rotativă
- regim de radioscopie
- amplificator de imagine.

Aparat de mamografie

- generator monobloc de înaltă frecvență
- tub radiogen cu anodă fixă / rotativă cu două axe de rotație
- stativ monobloc pentru pupitrul de comandă, tub și suport portcasetă
- suport portcasetă pentru dimensiuni 18/24 cm și 24/30 cm.

Capitol VI

ECOGRAFIA

Iulia Alecsandra Sălcianu

VI.1. Generalități

Ecografia este o metodă imagistică diagnostică și terapeutică, care utilizează unde ultrasonore.

Ecografia este un rezultat al dezvoltării tehnologiei sonarelor în timpul celui de-Al Doilea Război Mondial. Un dispozitiv portabil pus în contact cu pielea pacientului produce unde ultrasonore de frecvență înaltă și receptează ecourile trimise de către organele interne.

Deși a fost utilizată pentru prima dată în anii '50 ai secolului XX această metodă de obținere a imaginilor clinice s-a folosit mai ales după dezvoltarea calculatoarelor. Ecografia nu se utilizează la examinarea oaselor și plămânilor, dar se folosește foarte mult în obstetrică, unde imaginile pot fi utilizate pentru localizarea placentei și stabilirea vârstei, poziției și dezvoltării fătului. De asemenea, imaginile ecografice se folosesc și în alte domenii medicale, contribuind la stabilirea unui diagnostic rapid.

Ultrasunetele (US) sunt vibrații mecanice care se propagă în mediul înconjurător (aer, fluide, diferite structuri și țesuturi) sub formă de unde. În funcție de frecvență, undele sonore se împart în infrasunete (0-16Hz), sunete audibile (16Hz-18 kHz), ultrasunete (18kHz-150MHz) și hipersunete (peste 150MHz).

Acestea prezintă următoarele caracteristici:

1. **Amplitudinea (A)** reprezintă deplasarea maximă a particulei într-un sens sau în altul față de poziția de echilibru (puterea semnalului), de care depinde amplitudinea semnalului reflectat.
2. **Frecvența (F)** reprezintă numărul de oscilații complete pe unitatea de timp (secundă). Unitatea de măsură este Hertz (Hz), cu multiplii acestuia (kilohertz – kHz și megahertz - MHz)

1Hz = o oscilație/secundă

În ecografia medicală se folosesc undele cu frecvența de 2,5-20MHz (uzual 2-12 MHz).

Cu cât frecvența undelor ultrasonore este mai mare, cu atât scade profunzimea de penetrare, dar crește rezoluția spațială, și invers.

3. **Perioada de oscilație** (T) reprezintă timpul necesar particulei pentru a efectua o oscilație completă și a reveni la poziția inițială de echilibru. Se măsoară în secunde.

Ca mărime, perioada este inversul frecvenței: $T=1/F$, adică cu cât frecvența este mai mare, perioada de oscilație este mai mică și invers.

4. **Lungimea de undă** (λ) reprezintă distanța parcursă de unda sonoră pe durata perioadei de oscilație. Aceasta determină rezoluția spațială și se măsoară în unități metrice.

Lungimea de undă a fascicolului US este invers proporțională cu frecvența (de exemplu, o sondă de 10MHz emite US cu o lungime de undă de 3 ori mai mică decât o sondă de 3,5MHz).

5. **Viteza de propagare** (c) a sunetului reprezintă distanța parcursă de unda sonoră în unitatea de timp și se măsoară în metri pe secunda (m/sec).

Este diferită în funcție de mediul de propagare; în mediile biologice, valoarea de referință este de 1540m/sec. Luând în calcul acest lucru, rezultă că sunt necesare 13microsecunde ca undele sonore să pargurgă distanța de 1cm dus-întors.

Viteza ultrasunetelor depinde de elasticitatea și densitatea mediului (țesutului) traversat, dar și de temperatura acestuia.

6. **Intensitatea acustică** reprezintă fluxul de energie pe unitatea de suprafață și se măsoară în Watt/centimetru pătrat (W/cm^2).
7. **Energia acustică** este determinată de sursa acustică, odată cu undele sonore. Se măsoară în Jouli (J).

VI.2. Proprietățile undelor ultrasonore

1. Reflexia

Un fascicul US la nivelul unei interfețe se va reflecta, o parte din energia fascicolului inițial (incident) se va întoarce în mediul de proveniență sub forma undelor US reflectate (fasciculul reflectat) sau a ecourilor ultrasonore, elemente care definesc diagnosticul ecografic.

Energia fascicolului incident reziduală după reflexie se transmite celui de-al doilea mediu în care va suferi noi fenomene de reflexie și transmisie. Energia US reflectată și cea transmisă după reflexie mediilor următoare se află în relație de inversă

proporționalitate. Cu cât se reflectă mai multă energie la nivelul unei interfețe cu atât se transmite mai puțină energie în cel de-al doilea mediu. Se instalează astfel la fiecare interfață o nouă atenuare a fascicolului incident.

Direcția fascicolului reflectat depinde de unghiul pe care-l realizează fasciculul incident cu interfața.

La nivelul organelor parenchimatoase, unde există interfețe multiple, se produc reflexii multiple ale unor fascicule de energie din ce în ce mai joasă. Aceste reflexii sau ecouri depind nu numai de unghiul de incidență ci și de numărul și calitatea interfețelor. Se produc astfel ecouri de împrăștiere (dispersie) care diminuează mult energia fascicolului incident.

2. Refracția

Reprezintă schimbarea direcției de transmitere a fascicolului US incident la traversarea unei interfețe. Refracția nu afectează examenul ecografic întrucât același traductor este utilizat ca emițător și receptor, iar ecourile se refractă și în sens invers față de fasciculul incident.

3. Difracția

Reprezintă deflectarea undelor US în jurul unei interfețe mai mică decât lărgimea de bandă a semnalului sonor. Astfel, undele US se vor propaga în spatele obstacolului, fără a-și pierde energia inițială, generând artefacte ecografice care parazitează imaginea.

4. Difuzia

Reprezintă preluarea de către unele particule din mediul de propagare a unei cantități din energia incidentă și reemiterea acestei energii în toate direcțiile. Difuzia sau dispersia stă la baza apariției ecourilor de împrăștiere importante în generarea imaginii ecografice.

5. Absorția (atenuarea)

Reprezintă pierderea treptată a energiei fascicolului incident, în cursul propagării prin transformarea treptată a energiei acustice în energie termică și depinde de distanța parcursă de undă prin mediu, având ca efect scăderea intensității, prin conversie în caldură și energie de legătură moleculară.

Mecanismele atenuării:

- sunt interacțiuni în urma cărora energia fasciculului incident este transmisă în direcții diferite (difuziune, reflexie) sau absorbită de țesut și transformată în căldură (absorbție).
- intensitatea semnalului US scade exponențial cu profunzimea penetrării.
- la valori de atenuare egale, profunzimea penetrației este cu atât mai slabă cu cât frecvența este mai ridicată.
- viteza de propagare a undelor ultrasonore depinde de tipul de țesut.
- majoritatea țesuturilor din organism au viteze de propagare apropiate.
- aerul și osul au însă viteze total diferite de propagare a US, ceea ce face ca imaginea să fie afectată.
- US propagate în țesuturi sunt atenuate și reflectate de diferitele tipuri de țesuturi și de interfețele dintre acestea.
- semnalele generate de undele reflectate sunt utilizate și interpretate pentru a obține imaginea, precum și informațiile Doppler.

6. Rezoluția

Rezoluția este distanța minimă între două puncte individualizate (vizualizate distinct) și este determinată în principal de frecvența US produse de sondă, precum și de calitatea echipamentului (hardware, software).

VI.3. Principiul ultrasonografiei

Ultrasunetele utilizate în diagnosticul ecografic sunt generate prin efectul piezoelectric care constă în apariția unei diferențe de potențial electric între cele două suprafețe ale unui cristal de cuarț, atunci când acesta este supus unei deformări mecanice. Acesta este efectul piezoelectric direct. Fenomenul se produce și în sens invers prin efectul piezoelectric invers, când un cristal de cuarț supus unei diferențe de potențial va suferi o deformare mecanică și va face ca materialul să se contracte sau relaxeze, în funcție de caracterul pozitiv sau negativ al diferenței de potențial. Astfel, cristalul piezoelectric devine o sursă de vibrații și implicit de unde acustice care vor avea aceeași lungime de undă cu frecvența semnalului electric la care este excitat. Fiecare cristal este responsabil pentru emisia/recepția unui singur fascicul de US.

Materialele fizice utilizate pentru producerea ultrasunetelor, la nivelul transductorului sunt în principal:

- materiale electrostrictive (materiale care sub acțiunea câmp electric pot suferi o deformare mecanică): cuarț sau ceramici sintetice de tipul zirconatului de plumb,

sau titanatului de bariu, precum și derivați de mase plastice de tipul fluorurii de poliviniliden;

- materiale magnetostriptive (materiale feromagnetice care își schimbă dimensiunile sau forma în timpul procesului de magnetizare): săruri ale unor metale cu proprietăți magnetice: Ni, Co, Cu, Pb.

O piesă din ceramică sintetică este caracterizată printr-o frecvență de rezonanță, care reprezintă frecvența US emise în condițiile randamentului maxim al conversiei energiei electrice în energie acustică. Frecvența de rezonanță depinde de grosimea ceramicii, fiind prestabilită la fabricarea transductorului și are o valoare fixă pentru fiecare transductor în parte.

În practică, se constată că rezonanța transductorului depinde nu numai de frecvența de rezonanță, ci și de armonicile ei. Prin urmare, la aplicarea impulsurilor electrice va rezulta un spectru de frecvențe ultrasonore, în care domină cele având valoarea frecvenței de rezonanță. Acest spectru de frecvențe se numește lărgimea de bandă a semnalului ultrasonor, care are aspectul unei curbe gaussiene.

Frecvența dominantă în lărgimea de bandă, care are utilitate maximă în generarea imaginii ultrasonore, poartă denumirea de frecvență nominală a transductorului respectiv. Aceasta se află în strânsă interdependență cu frecvența de rezonanță a ceramicii. Frecvența nominală a unui transductor este prestabilită prin construcția aparatului și este nemodificabilă.

Cristalul piezoelectric este conectat prin fire electrice cu consola și procesorul. Prin aceste conexiuni se realizează excitarea electrică a cristalului și apoi transportul semnalului electric înspre procesor, semnal rezultat la extremitățile cristalului în momentul în care acesta este deformat de ecouri. În interiorul transductorului cristalele pot avea o orientare spațială variabilă în funcție de tipul de aplicație, dar grosimea lor este întotdeauna egală cu $\frac{1}{2}$ din lungimea de undă a fasciculului de ultrasunete.

Fiecare cristal piezoelectric funcționează pulsativ având o emisie scurtă și o recepție prelungită, raportul între cele două perioade de timp fiind de aproximativ 1:100.

Funcționarea transductorului constă din activarea succesivă a cristalelor la o rată de baleiaj mai mare de 15 imagini/secundă, ceea ce face ca percepția ochiului să fie aceea de cursivitate. Cu cât rata de baleiaj a imaginilor este mai mare cu atât senzația de cursivitate pe care o are examinatorul în timpul explorării este mai mare. Continuitatea imaginii ecografice este caracterizată prin noțiunea de "rezoluție temporală".

Rezoluția temporală a echipamentului ecografic este limitată de capacitatea fizică a sistemului de a genera, recepționa, prelucra și reprezenta semnalele acustice.

Ecourile recepționate de către transductor sunt fundamentale (au aceeași frecvență cu a fascicolului incident) sau armonice (constituie ecouri returnate de țesuturi având frecvența superioară celei din fasciculul incident). Ecourile armonice pot să contribuie la creșterea calității imaginii și, respectiv, la reducerea unor artefacte.

VI.4. Aparatul de ecografie

Echipamentul ecografic (fig. 15) este alcătuit în esență dintr-o unitate centrală, un monitor și din transductor.

1. Unitatea centrală – conține mai multe componente importante, printre care se află:

- receptorul – sistem multicanal de preluare și amplificare a semnalelor electronice de mică amplitudine de la nivelul cristalelor piezoelectrice și de filtrare a acestora înainte de intrarea în procesor.
- generatorul de unde („beam former”) – controlează secvența de activare a cristalelor electrice și modulează amplitudinea impulsurilor electrice.
- sincronizatorul principal este responsabil pentru asigurarea timpilor de emisie și de recepție a ultrasunetelor.
- procesorul de semnal digital („digital signal processing”) – controlează funcționarea ecografului având funcția de conversie a semnalului analog în digital, generarea și stocarea imaginilor, generarea de semnale de comandă și fluxuri de date către modulele Doppler.
- conectorul sondei (sondelor) – sistem de legătură dintre sondă și ecograf; este responsabil pentru transmisia semnalului electronic înspre sondă/receptor și recunoașterea automată a tipului de sondă.
- tastatura.



Figura 15. Aparat de ecografie

2. **Monitorul** constituie elementul de reprezentare a informației ecografice în format specific.
3. **Transductorul** este responsabil pentru generarea de ultrasunete și recepția de ecouri. La nivelul transductorului se realizează conversia semnalului electric în vibrație și invers.

Structura transductorului

Transductorul este alcătuit din cristale piezoelectrice. Un cristal piezoelectric este o structură ce are la bază un cristal de cuarț. Cristalele piezoelectrice (având un număr, de regulă, multiplu de 16) sunt împachetate într-o carcasă rigidă, compusă dintr-o rășină epoxidică impregnată cu tungsten. Rolul carcasei este acela de a reduce la maximum vibrațiile secundare ale transductorului în momentul în care excitarea electrică se oprește.

Tipuri de transductori

Aranjarea cristalelor în interiorul unui transductor se face în formă de „matrice”. În funcție de poziția elementelor active, transductorii (fig. 16) se clasifică în lineare, convexe și anulare.

- **transductorul linear:** cristalele sunt dispuse paralel, iar excitarea electrică se face succesiv de la un capăt la celălalt al sondei; utilizează frecvențe înalte (7 - 12MHz); este folosit pentru investigarea structurilor superficiale cum ar fi glanda tiroidă, sânul, vasele periferice, structurile musculo-scheletale.
- **transductorul convex:** cristalele sunt orientate divergent, iar excitarea electrică se poate face individual sau în grup; frecvența este mai joasă (2-5 MHz); este utilizat pentru explorarea structurilor situate în profunzime (abdomen, endocavitare).
- **transductorul anular:** cristalele sunt activate în succesiune, dar forma fascicolului și orientarea fiecărei unde de ultrasunete este condiționată de un „reglator” electronic al câmpului de ultrasunete; este folosit pentru explorarea cordului.
- **transductorul Doppler:** exploatează principiul Doppler, care constă din apariția unei diferențe de frecvență (pozitivă sau negativă) dintre fasciculul emis și cel recepționat, atunci când emițătorul de ultrasunete este orientat înspre o țintă care se deplasează; informația obținută este calitativă (acustică sau grafică) sau cantitativă (în cm/sec sau kHz). Transductoarele care funcționează în regim Doppler sunt de trei feluri: continuu, pulsant, duplex.
- **transductorul TM:** emite ultrasunetele într-o singură direcție, iar afișarea ecourilor se face pe un ecran care se deplasează cu viteză constantă; aplicația este cardiacă.

- **transductorul 3D/4D** are capacitatea de a genera imagini perpendiculare concomitente, cu reconstruirea celui de-al treilea plan și a reprezentării spațiale, volumetrice a organului examinat; este folosit în aplicații obstetrice, pentru detectarea precoce a anomaliilor fetale sau a sexului fetal.
- **transductorul pentru uz endocavitar** poate îmbrăca aspecte diferite în funcție de aplicația clinică.

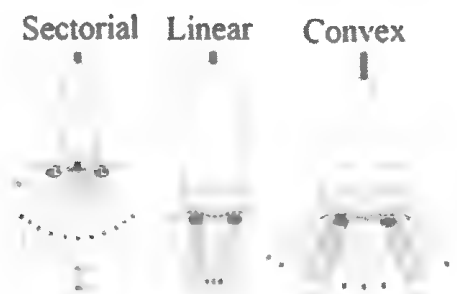


Figura 16. Tipuri de transductori

Afișarea informației US

Transductorul funcționează alternativ ca emițător și receptor de US, generând impulsuri cu durata de o microsecundă și recepționând ecouri timp de 99 microsecunde, după care ciclul emisie-recepție se reia.

Reflexia ultrasunetelor (US) în structurile corpului omenesc, diferențiată de impedanța acustică a acestora, permite realizarea unor imagini anatomice (mod B) sau curbe grafice (mod A, TM).

1. MOD B (brightness=strălucire)

Fiecare ecou al unei linii de informație este transformat electronic într-un punct luminos, având strălucirea cu atât mai mare cu cât amplitudinea ecoului este mai mare și constă în afișarea în tonuri de gri, bidimensional, a unor secțiuni anatomice corespunzătoare zonei anatomice explorate.

Afișarea este în timp real și permite analiza mișcărilor (cord, fetus în uter, etc).

Ecografia bidimensională (2D) este modalitatea de diagnostic US cea mai frecvent utilizată în practica medicală.

2. MOD A (modularea amplitudinii)

Reprezintă afișarea unor curbe grafice care exprimă pe orizontală profunzimea și pe verticală amplitudinea undelor reflectate (perimată).

3. MOD TM (time motion)

Fasciculul de US intersectează structuri mobile care generează ecouri puternice în mișcări ritmice pozitive și negative față de linia de informație. Înregistrarea este similară celei electrocardiografice cu două dimensiuni: pe verticală este prezentată mișcarea în spațiu, iar pe orizontală timpul. Ecograma în modul M înregistrează mișcarea tuturor structurilor de pe o linie de informație în funcție de timp.

4. Mod DOPPLER

Ecografia în mod Doppler reprezintă un tip special de ecografie care prin folosirea unor sonde special concepute determină vizualizarea fluxului de sânge din interiorul arterelor și venelor, astfel permite calcularea de fluxuri, debite (cord, vase) cu afișare grafică (doppler spectral) sau cod de culoare (doppler color).

Sistemul Doppler color este utilizat pentru aprecierea calitativă, cu deosebită acuratețe, a curgerii sângelui în vasele mari.

Sistemul Doppler continuu poate aprecia cu exactitate viteza de circulație a sângelui.

Examenul Power Doppler este o nouă completare a sonografiei Doppler color, iar avantajul constă în sensibilitatea pe care o are la fluxurile de sânge cu viteze reduse.

Termenul de „ecografie vasculară” este unul generic, care cuprinde toate tipurile de examinări ecografice adresate atât arterelor cât și venelor din diferite teritorii vasculare.

Ecografia Doppler vasculară se efectuează ținând seama de arterelor sau venelor și pe segmente, în scop diagnostic sau pentru verificarea eficienței unor tratamente sau stabilirea duratei acestora, preoperator, intraoperator, postoperator.

Atunci când este efectuat la nivelul membrelor superioare, inferioare sau la nivel cardiac, examenul Doppler nu necesită nicio pregătire. În schimb, dacă este vorba despre o ecografie Doppler pentru zona abdominală, pacientul va ține un regim câteva zile înainte de examinare.

Ecografia Doppler vasculară oferă medicului informații nu doar asupra morfologiei structurilor examinate, dar și date funcționale, precum și impactul acestor modificări.

VI.5. Tipuri de investigare ecografică

Din nevoia de a studia structurile anatomice cât mai bine, au aparut diferite tipuri de sonde, unele pentru evaluarea structurilor situate mai profund, altele pentru cele superficiale și altele pentru cavitățile anatomice.

Cu ajutorul explorării ecografice pot fi depistate diferite modificări în structura organelor sau suferințele organelor în cadrul unor tulburări metabolice. În afara modificărilor structurale, ecografia poate depista și modificări în funcționalitatea unor organe, prin vizualizarea în timp real a acestora, fiind foarte utilă în studiul inimii, al activității musculare, etc.

Examinări transparietale

Ecografia ochiului permite examinarea părților exterioare atunci când mediile transparente sunt opace și este utilă în urmărirea dezlipirii de retină.

Ecografia tiroidiană diferențiază chiste de noduli tiroidieni, monitorizează răspunsul la tratament, poate fi folosită și la gravide. Pacientul este așezat în decubit dorsal cu capul în hiperextensie. Nu necesită pregătire specială.

Ecografia transtoracică permite vizualizarea și aprecierea funcțiilor cordului.

Ecografia mamară este un examen fără risc ce permite studierea structurilor sânului, decelează formațiuni tumorale cu diametrul mai mare de 0,5cm. Face diferențierea între formațiuni chistice și tumorale (tumori solide sau lichide), oferă criterii semiologice pentru malignitate sau benignitate, permite ghidarea puncției citologice.

Ecografia abdominală permite vizualizarea ficatului, vezicii și căilor biliare, pancreasului, splinei, rinichilor, ureterelor și vezicii urinare, precum și a vaselor mari intraabdominale. Nu necesită substanță de contrast, în mod uzual. Pentru o examinare optimă, pacientul nu trebuie să mănânce înaintea testului. Poziția pacientului este în funcție de organul vizat, de obicei decubit dorsal. Prezența gazelor în abdomen distorsionează imaginea.

Ecografia pelvină dă relații asupra prezenței și evoluției sarcinii și asupra patologiei aparatului genital la femei. Se poate realiza pe două căi: abdominală și vaginală.

Ecografia în obstetrică dă relații asupra existenței sarcinii, locului de nidații (cavitatea uterină sau în afara acesteia), inserției placentare (placenta praevia, sarcina unică sau multiplă, prezentație, vârsta sarcinii, asupra dezvoltării în raport cu vârsta sarcinii, feți macrozomi sau retard de creștere intrauterină). Testul este inofensiv pentru făt. În primul trimestru, ecografia se realizează pe cale transvaginală, în trimestrul 2 și 3 se preferă calea abdominală. Pacienta se așează în decubit dorsal.

Calea abdominală necesită uneori vezică plină pentru a se putea diferenția de sacul gestional. Calea vaginală nu necesită pregătire, vezica poate fi goală.

Ecografia scrotală poate vizualiza tumori testiculare benigne sau maligne, orhita, hidrocelul, varicocelul, epididimul, hernia scrotala, criptoshidia, infarctul testicular, torsiunea testiculară. Se poate folosi pentru ghidarea acului de biopsie în cazul unei suspiciuni de cancer de testicul. Testul este netraumatizant, nu necesită pregătire specială, se poate face în orice moment al zilei, durează aproximativ 20 minute.

Ecografia Doppler arterio-venoasă evaluează permeabilitatea vaselor de sânge, direcția și viteza fluxului sangvin, ultrasunetele fiind reflectate de eritrocite. Pentru examenul arterelor se poate opri circulația venoasă prin aplicarea manșetelor de tensiometru la coapsă, gambă, și gleznă, iar transductorul se plasează imediat sub manșeta umflată (presiunea fiind la un nivel superior TA sistolice înregistrate în extremitatea normală).

Examenul ecografic duplex al arterelor carotide vizualizează arterele carotide, măsoară amplitudinea pulsului carotidian, apreciază viteza și direcția fluxului sanguin. Pacientul este așezat în decubit dorsal cu capul fixat pentru a împiedica mișcarea laterală. Este indicat atunci când există semne neurologice (tulburări acute de vorbire, de vedere, semi-pareză, parestezii, atacuri ischémique tranzitorii), pacientul acuză cefalee, se percep sufluri pe artera carotidă.

Ecografia transfontanelară se efectuează la nou-născuți și copii sub vârsta de 6 luni, perioadă în care fontanela este suficient de mare încât să permită o bună vizualizare a creierului. Ecografia transfontanelară este recomandată atunci când se suspectează probleme neurologice (hemoragia intracraniană, afectarea substanței albe, etc.), sau în cazul în care capul copilului crește mai repede decât în mod normal, sau dacă fontanela este bombată.

Examinări endocavitare

Ecografia transesofagiană este un examen endoscopic și ultrasonor pentru vizualizarea cordului din poziția retrocardiacă, eliminând interferențele cu alte structuri (țesut subcutanat, oasele toracelui, plămâni). Medicul plasează transductorul ecografic în esofag cu ajutorul endoscopului. Pacientul nu trebuie să mănânce cel puțin 8 ore înaintea examinării. Ecografia transesofagiană poate vizualiza: infarctul miocardic, cardiomiopatia, defecte septale.

Ecografia pelvină în ginecologie se efectuează de regulă pe cale transvaginală și permite vizualizarea uterului și a ovarelor (formă, structură, poziție). Trompele nu sunt vizibile decât în cazuri patologice. Este utilă pentru diagnosticarea fibromului

uterin, polipilor, chisturilor de ovar, evidențierea abdomenului îngroșat, identificarea cancerelor.

Ecografia de prostată și rect la bărbați permite evaluarea prostatei, veziculelor seminale, rectului și țesutului perirectal. Pacientul este așezat în decubit lateral stâng sau decubit dorsal. Pentru examinarea endorectală aparatul este plasat într-un sac de latex lubrifiat. Explorarea poate vizualiza hipertrofia benignă de prostată, cancerul de prostată sau rect, prostatita, tumoare de vezicule seminale.

Ecografia cu substanță de contrast

Ecografia cu substanță de contrast este o tehnică nouă în imagistica medicală și vine în completarea ecografiei clasice.

Examenul ecografic cu substanță de contrast constă în injectarea intravenoasă a unei substanțe care este formată din mici particule de gaz într-un înveliș elastic și permite o caracterizare foarte bună a tipului de vascularizație a diferitelor structuri. Sub acțiunea fasciculului de ultrasunete microbulele vibrează amplificând semnalul ecografic emis de vase. Aparatele de ecografie dotate cu softuri speciale recepționează acest semnal și atenuează semnalul provenit de la alte structuri obținându-se astfel o „hartă” vasculară în dinamică a regiunii anatomice investigate, ajutând la diferențierea diferitelor tipuri de formațiuni tumorale, maligne sau benigne, în aprecierea inflamației sau a vaselor de sânge.

Cel mai important avantaj al ecografiei cu contrast este posibilitatea de a studia modelele de comportament vascular ale unor tumori în timp real. Studiul este reproductibil datorită toleranței excelente a substanței de contrast. Fiind inerte chimic și neputând părăsi patul vascular, substanțele de contrast au o rată foarte scăzută a reacțiilor alergice, deci se pot administra și pacienților ce nu tolerează substanțele de contrast folosite la CT sau rezonanță magnetică. Agenții de contrast ecografici se elimină prin respirație, nu au toxicitate renală și nu interacționează cu funcția tiroidei, deci se pot administra și pacienților cu insuficiență renală și afecțiuni tiroidiene.

Însă, metoda nu se poate folosi în sarcină și nu este utilă în studiul tumorilor pulmonare fără contact cu peretele toracic. Alte limitări sunt: ficatul gras, formațiuni fără imagine corectă în examinare clasică.

Metoda este contraindicată pacienților cu insuficiență respiratorie, hipertensiune pulmonară și respectiv în primele 10-14 zile după un episod coronarian acut.

Există astăzi indicații clinice clare pentru fiecare organ studiat cât și proceduri standardizate reunite în ghidurile de practică ale Societății Europene de Ultrasonografie.

Principalele indicații actuale se referă la caracterizarea unui nodul hepatic evidențiat la examenul standard, monitorizarea ficatului cirotic, screeningul hepatic oncologic pentru depistarea metastazelor, caracterizarea trombozei venoase portale. Alte utilizări ale ecografiei cu substanță de contrast cuprind: evaluarea leziunilor renale, pancreatice, tiroidiene, mamare, evaluarea refluxului vezico-ureteral, în special la copii și evaluarea traumei abdominale.

Elastografia

Elastografia este o metodă neinvazivă dezvoltată pentru a veni în ajutorul medicului prin evaluarea instrumentală a elasticității țesuturilor. În momentul în care se aplica o compresie sau vibrație mecanică, unele țesuturi se deformează mai puțin decât altele. Diferențele între răspunsurile la presiune sunt detectate și vizualizate în timp real de algoritmi de procesare, prin diferite reprezentări grafice.

Elasticitatea poate fi corelată cu anumite tipuri de patologie, datorită proprietăților mecanice ale țesutului. Fiind capabilă să detecteze diferențe de elasticitate și să le reproducă grafic sub forma unei hărți în culori, metoda aduce informații adiționale pentru practicieni.

Imaginea elastografică este calculată în timp real, codând informația legată de consistența țesutului, din moment ce regiuni cu consistență diferită sunt comprimate diferit. Imaginile în timp real sunt create pe baza efectelor mecanice diferite transmise de țesut, datorită comprimării/decomprimării efectuate cu transductorul ultrasonografic.

Sistemul de vizualizare permite scoaterea în evidență a structurilor predominant dure sau elastice, în comparație cu țesuturile de elasticitate medie. Principalele aplicații ale metodei sunt analiza structurilor musculoscheletale, ale sânelui și tiroidei.

Ecografia ca metodă de ghidaj intervențional

Puncția ecoghidată este o procedură chirurgicală care presupune echipament steril. Se utilizează transductori de 3,5MHz și ace de puncție de diverse dimensiuni. Pentru puncția unor colecții lichidiene se utilizează ace de 18G, iar pentru biopsie acul Tru-cut (14) sau acul Sure-cut (14-25). Procedura necesită anestezie locală, după pregătirea bolnavului ca pentru o mică intervenție chirurgicală. Reperele locului de puncționare sunt luate cu ajutorul unei ecografii.

Biopsia ghidată ecografic presupune introducerea unui trocar într-un țesut viu și în prelevarea unui fragment din acesta pentru a fi supus analizării. Este necesară o supraveghere postoperatorie a pacientului. Valoarea predictivă pozitivă a puncției-biopsie ecoghidate ajunge până la 90%.

Această intervenție necesită examene prealabile care permit să se verifice dacă hemostaza este apropiată de normal. Această precauție permite să se evite riscul sângerărilor locale. Adesea este indispensabilă o scurtă perioadă de spitalizare.

Ecografia intervențională și-a găsit o arie largă de utilizare în urologie (nefrostomia percutană ghidată ecografic, nefrolitotomia percutană, biopsia renală, puncția formațiunilor chistice, puncția ecoghidată în afecțiunile prostatice).

Tehnicile de ecografie intervențională se aplică și în diagnosticul și tratamentul afecțiunilor hepato-bilio-pancreatice (puncția-biopsie a tumorilor și leziunilor chistice, drenajul biliar extern, intern sau mixt percutan, drenajul chisturilor și abceselor hepatice și/ sau pancreatice, injectarea percutană de substanțe chimioterapice sau alcoolizarea în tumori și chisturi hepatice).

De asemenea, ecografia intervențională este utilizată în patologia tiroidiană (puncția-biopsie cu ac fin în nodulii tiroidieni), mamară (reperaj preoperator cu fir metalic, puncția citologică, puncția biopsie tisulară – needle core biopsy), ovariană și a articulațiilor (puncție-aspirație de lichid intraarticular).

VI.6. Avantajele și dezavantajele ecografiei

Ecografia este o metodă neinvazivă și accesibilă, fiind de multe ori de primă intenție a unei game largi de afecțiuni, care poate orienta spre o altă metodă de explorare radio-imagistică.

De asemenea, este o investigație total inofensivă și nedureroasă, nu iriază și este indicată și gravidelor. Mai mult, echipamentul este portabil și accesibil.

De asemenea, costul investigației este scăzut și poate fi repetată ori de câte ori este nevoie, permițând totodată și monitorizarea evoluției unor boli cronice.

Durata examinării este scurtă (15-20 minute), în funcție de regiunea examinată și patologie, rezultatele urmând a fi eliberate în doar câteva minute după terminarea examenului.

Un punct foarte important al ultrasonografiei, ce nu trebuie trecut cu vederea, este caracterul dinamic al acesteia. Imaginea ecografică este dinamică („real time”). Această caracteristică, rezultată din succesiunea rapidă a secțiunilor la nivelul ecranului, permite obținerea de informații asupra contractilității miocardului, a mișcărilor fetale sau a mobilității intestinale exact în timp ce aceste evenimente au loc. Imaginea dinamică completează imaginea statică și conferă o altă perspectivă asupra organului studiat, și conferă ecografiei șansa de a genera un diagnostic foarte rapid, în timpul examinării. Această caracteristică validează metoda ecografică drept procedură clinică.

Însă, sensibilitatea diagnostică este limitată pentru leziunile mici și este operator și pacient dependentă (prezența pansamentelor, a cicatricilor deformante, fibrozante, etc. ce nu permit penetrarea US în țesuturi).

Deoarece ultrasunetele sunt perturbate de aer și gaze, nu este indicată în investigarea intestinelor și nici a organelor acoperite de acestea.

Spre deosebire de computer tomografie sau rezonanță magnetică, imaginea ecografică nu este capabilă să cuprindă pe ecran decât secțiuni limitate, interesând regiuni anatomice de dimensiuni variabile.

VI.7. Rolul asistentului de radiologie și imagistică medicală în ecografie

Culegerea datelor pacientului este etapa inițială și reunește toate informațiile necesare examinării ecografice. Aceasta presupune coroborarea datelor înscrise pe foaia de observație cu datele din documentele proprii de identificare (carte de identitate, buletin de identitate, pașaport etc.) și înregistrarea în registrul de consultații cu datele de identitate necesare.

Acest pas reprezintă primul contact cu pacientul, care este foarte important pentru acceptul colaborării acestuia. Asistentul medical, prin comportamentul său, trebuie să-i creeze pacientului imaginea unei persoane competente.

De asemenea, presupune identificarea problemelor de sănătate ale pacientului prin efectuarea unei anamneze complete, urmând să completeze documentele specifice examinării.

Asistentul trebuie să-i explice pacientului în constă examinarea ecografică, și apoi să-l pregătească pentru investigație. Aceasta presupune poziționarea pacientului în vederea investigației, precum și dezbracarea acestuia în regiunea stabilită pentru examinare. În funcție de regiunea care urmează a fi examinată și de modul de abordare, se pot utiliza poziții multiple ale bolnavului: decubit dorsal, lateral sau ventral, poziție sezândă sau ortostatism. Se pot utiliza perne care să producă extensia unor regiuni (cervical, flancuri, dorsal).

Înainte de efectuarea ecografiei, asistentul trebuie să supravegheze completarea și semnarea consimțământului informat al pacientului.

Dacă examenul este unul cu contrast, asistentul trebuie inițial să pregătească substanța de contrast și celelalte materiale necesare examinării. Pe tot parcursul procedurii el trebuie să asiste medicul radiolog și să supravegheze pacientul în timpul injectării. Prepararea substanței de contrast se face conform indicațiilor medicului radiolog, în condiții de aseptie și antisepsie. Medicul radiolog precizează cantitatea de

contrast corespunzătoare examinării și stării pacientului. Aceasta se prepară imediat anterior examinării, pentru fiecare pacient în parte.

În cazul unei puncții ghidate ecografic, asistentul trebuie să pregătească inițial câmpuri sterile, anestezicul local, soluția dezinfectantă, și trocarul. Apoi, va dezinfecta zona de interes cu soluție iodată și pansamente sterile și va acoperi zona adiacentă locului de puncție cu câmpuri sterile și va pregăti seringă cu anestezic. În tot acest timp, asistentul se va proteja folosind mănuși sterile.

Asistentul asistă medicul radiolog în timpul investigării și supraveghează pacientul pe tot parcursul examinării. Pe parcursul ecografiei sau la sfârșitul acesteia, înscrie rezultatele interpretării în registrul de examinări sau în baza de date electronică specifică. După terminarea investigației, asistentul trebuie să conducă pacientul în sala de așteptare și să pregătească aparatul pentru următoarea investigație. Aceasta presupune ștergerea sondei de examinare, schimbarea ceașafului (de hârtie sau pânză) de pe masa de examinare.

Soluțiile și materialele utilizate (mănuși, flaconul de substanța de contrast și anestezic, ace) trebuie colectate în totalizate și în recipiente speciale, separat, conform normelor. Flacoanele și fiolele de substanță de contrast utilizate sunt depozitate 24 de ore în condiții de securitate.

Periodic, asistentul trebuie să verifice starea de funcționare a aparatului de ecografie și asigure curățarea acestuia. De asemenea, acesta trebuie să semnaleze medicului radiolog orice neregulă apărută la aparatura pe care o manevrează și trebuie să asigure aprovizionarea cu materiale de radiologie (consumabilele, medicamentele de prim ajutor, soluțiile dezinfectante, precum și substanțele de contrast).

Capitol VII

TOMOGRAFIE COMPUTERIZATĂ

Ana Magdalena Bratu, Iulia Alecsandra Sălcianu

VII.1. Noțiuni de radiofizică în tomografia computerizată

Tomografia computerizată este o metodă de explorare radio-imagistică care utilizează tot radiațiile X. Spre deosebire de radiologia convențională, unde razele X se utilizează pentru obținerea imaginii, tomografia computerizată face, prin intermediul radiațiilor X, o analiză densitometrică a structurilor țintei traversate.

Metoda a fost inventată de către Hounsfield și Carmack, care au primit pentru această descoperire premiul Nobel în 1979 (fig. 17).



Figura 17. Primul aparat de CT

În tomografia computerizată se folosește un fascicol colimat de radiații X, care nu traversează întreaga țintă, ci doar o secțiune (plan) de interes.

Fascicolul traversează secțiunea de interes, este absorbit specific de structurile traversate, iar fascicolului rezidual i se calculează o rată de absorbție. Rata de absorbție a

fascicolului este raportată matematic la o scală de densități, măsurate în unități Hounsfield, rezultând o diagramă densitometrică a structurii traversate.

Această histogramă (termen ce reprezintă scala de densități a structurii traversate) este ulterior transformată în imagine în care tonurile de gri corespund histogramei. Mecanismul acestei etape poartă numele de reconstrucție. Rezultanta este o imagine bidimensională a unei structuri tridimensionale obiectivată în plan axial (plan corespunzător traversării fascicolului X incident – numit și emergent, conform poziției corpului față de fascicol).

În concluzie, tomografia computerizată operează cu coeficientul de atenuare/absorbție a diferitelor țesuturi când acestea sunt traversate de fluxul fonic.

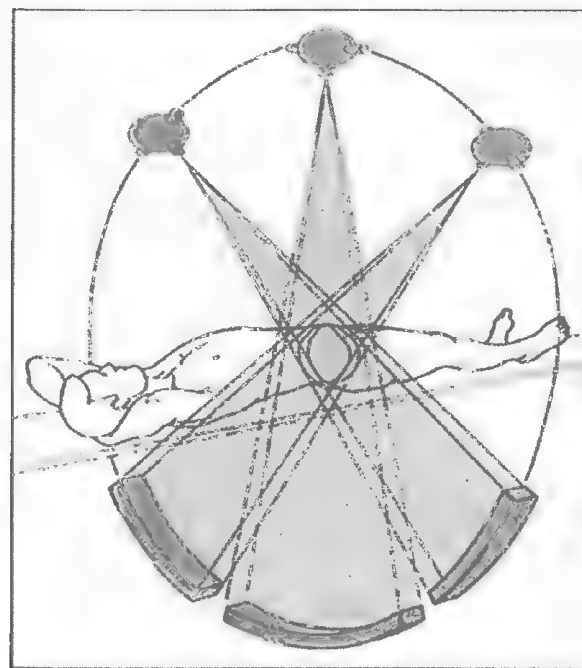
Formula matematică a calculului coeficientului de atenuare este:

$$\text{Log } I_0/I = \mu x,$$

unde:

- I_0 reprezintă intensitatea fascicului incident
- I reprezintă intensitatea fascicului emergent
- μ reprezintă coeficient de atenuare a obiectului traversat
- x reprezintă grosimea obiectului traversat.

Fascicolul rezidual rezultat după traversare ajunge, spre deosebire de radiologia convențională, nu pe filmul radiografic sau ecranul fluoroscopic, ci pe niște detectori situați în opoziție față de tub într-o dispoziție arciformă. Atenuarea măsurată de un detector depinde de toate structurile traversate și valoarea μ este o valoare medie.



La trecerea prin corpul unui pacient a unui fascicul de radiații X puternic colimat, intensitatea radiației emergente este înregistrată de un sistem de detectori; fascicolul de raze X colimat, perpendicular pe axul lung al corpului, traversează o secțiune a corpului din diferite unghiuri (fig. 18).

Figura 18. Formarea imaginii la CT

Procesul este repetat din unghiuri multiple. Unghiul de deschidere al fascicului de radiații X fiind de 450, detectorii sunt cuplați „în coroană”, ceea ce permite obținerea informațiilor de pe o suprafață mare; fascicolul de raze X colimat, perpendicular pe axul lung al corpului, traversează o secțiune a corpului din diferite unghiuri.

VII.2. Aparatura de tomografie computerizată – principii generale

Orice echipament de tomografie computerizată (fig. 19) are în structura lui, de principiu, următoarele:

- **Tubul radiogen**
- **Circuitele de răcire:** ulei-apă/ulei-aer – pentru tub. Sistemul de transfer al căldurii, respectiv ulei-apă/ulei-aer, depinde de tipul de echipament și de fabricant.
- **Colimatorul**
- **Detectorii:** cu iodură de cesiu sau cu xenon presurizat
- **Gantry** – este acea parte din echipament care găzduiește compact tubul radiogen, colimatorul și detectorii, cu sistemele lor proprii de alimentare electrică și de funcționalitate.
- **Computerul**
- **Masa pentru bolnav:** calitățile ei sunt apreciate în funcție de viteza cu care poate introduce bolnavul în gantry și precizia cu care vine la o anumită distanță (0,5-1 mm).

Are dispozitive electro-mecanice de ajustare a înălțimii și de deplasare în sens longitudinal.

Pentru a modifica secțiunile de achiziție masa, respectiv poziția bolnavului, se deplasează în sens cranio-caudal sau caudo-cranial. Dacă deplasarea se face ulterior unei achiziții rezultanta este o sumă de imagini secționale de o anumită grosime și pe un ax în raport de deplasarea mesei. Acesta este principiul echipamentelor cu achiziție secvențială, unde nu există o corelare între grosimea unei secțiuni, numărul de secțiuni și mărimea planului de investigat (FOV).

La echipamentele moderne achiziția se face prin rotiri succesive, concomitente cu deplasarea mesei, rezultanta fiind o sumă helicoidală de achiziții succesive, care sunt reconstruite datorită calculatorului echipamentului. Acesta este principiul echipamentelor, respective achiziției, spirale.

Pentru a realiza achiziții succesive de aceeași grosime în secțiuni aflate în contiguitate deplasarea mesei și rotația tubului trebuie să fie într-un raport matematic care poartă denumirea de pitch.

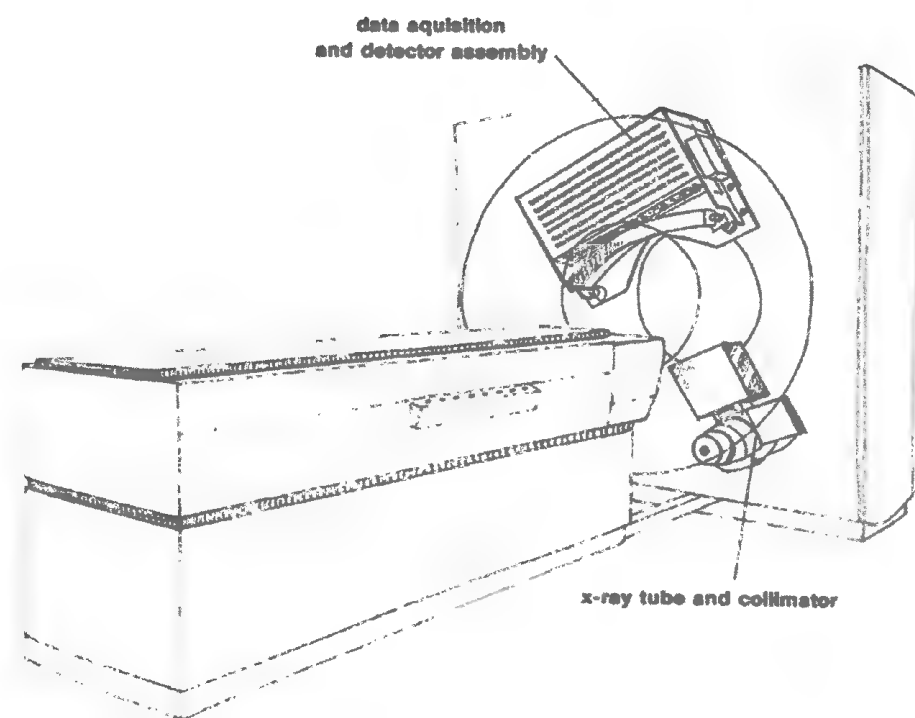


Figura 19. Componentele aparatului de CT

TUBUL RADIOGEN

Tubul radiogen pentru CT este un tub cu proprietăți tehnice superioare celui utilizat pentru radiologia convențională, având în vedere coeficientul energetic superior, la el un element foarte important în constituie fiind suportul de răcire al anodei.

El emite o căldură foarte mare, disipează mai mult de 1 milion de unități căldură/minut, drept pentru care necesită un sistem de răcire (ulei dielectric) foarte eficient. Anodul este rotativ și montat pe o pastilă de grafit pur tot în scopul absorbției și disipării căldurii.

COLIMATORII

În tomografia computerizată se utilizează două sisteme de colimare. Sistemele de colimare a fascicolului (colimare = îngustare) au rolul de a regla dimensiunea fascicolului și a reduce indirect efectul de proiecție conică.

Orice echipament de tomografie computerizată are:

- Sistemul de colimare a fascicolului de raze X la ieșirea din tub. Echipamentele de tomografie computerizată realizează colimarea fascicolului incident între 1 mm și maxim 1 cm.
- Sistemul de colimare a fascicolului rezidual la intrarea în detector. În acest fel se poate elimina aproape complet radiația secundară.

DETECTORII

Reprezintă sistemul de receptare a fascicolului atenuat. Au în construcție săruri de iodură de cesiu sau cu xenon presurizat.

Principiul de bază a funcționării lor este reprezentat de efectul de scintilație, respectiv materialul fotosensibil care este constituit din cristale de scintilație. Sub acțiunea fotonilor din fascicolul atenuat acestea emit cuante de lumină în cantitate direct proporțională cu fluxul fonic (fig. 20).

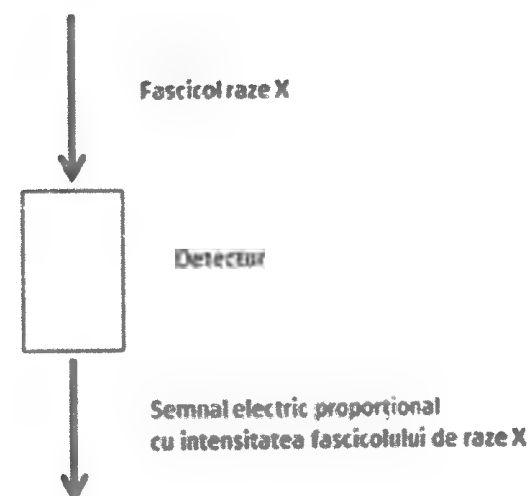


Figura 20. Principiul de funcționare a detectorilor

Pentru o bună funcționare a echipamentului, la pornire se procedează la încălzirea tubului, cu rol în protecția lui și pentru a asigura un fascicol incident cu parametri preconizați și calibrarea detectorilor pentru a fi aduși la nivelul 0 de amplitudine a cuantei de lumină. Pe timpul utilizării, prin sumare în timp a excitației materialului fotosensibil pe măsura lucrului cu aparatul are loc alterarea amplitudinii cuantei de lumină care nu mai pleacă de la nivelul 0, ci de la valori mai mari datorită ionizării. Din acest motiv, în raport de timpul de lucru și tipurile de proceduri de investigație efectuate echipamentul necesită calibrare periodică a sistemului.

La echipamentele de generație mai nouă, pentru eliminarea acestei „deficiențe”, cristalele de iodură de cesiu au fost înlocuite cu xenon, deoarece nu mai apare **ionizare remanentă** și se elimină necesitatea calibrării în timpul utilizării echipamentului a detectorilor.

În raport cu tipul și generația de echipament, numărul de detectori este variabil între 500-2000. De asemenea, tot în raport cu tipul și generația de echipament suprafața unui detector variază între 1-2,5 mm².

Cu cât numărul de detectori este mai mare pe unitatea de suprafață, numărul de determinări (achiziții) primare este mai mare. Aceasta generează în final o imagine mai bună.

Detectorul are rolul de fapt de a transforma fasciculul atenuat, modulat prin traversare, în cuantă de lumină transformată ulterior sau direct în semnal electric. Acest semnal este direct proporțional cu intensitatea fasciculului de raze, respectiv cu atenuarea.

Profilul atenuării sau proiecția corespunde ansamblului de semnale electrice furnizate de totalitatea detectorilor la un anumit unghi de rotație. O mișcare de rotație în jurul unui ax al obiectului de examinat permite înregistrarea unei serii de profile de atenuare ce rezultă din traversarea aceleași secțiuni prin diferite unghiuri de rotație (sunt de ordinul a 1000 măsurători pe rotație).

În raport de numărul de detectori și dispoziția lor echipamentele sunt cu o singură coroană de detectori sau “multibaretă”, respectiv cu mai multe coroane de detectori. Aceasta, împreună cu poziționarea detectorilor pe baretă, permite reducerea pe cât posibil a efectului de proiecție conică, dar și a reducerii dimensiunii pixelului în matricea de reconstrucție a imaginii (vezi imaginea digitală).

Având în vedere că analiza densitometrică reprezintă calculul unei cât mai mici porțiuni din structura traversată, pe lângă termenul de pixel – care reprezintă unitatea de suprafață, în tomografia computerizată apare noțiunea de voxel, care reprezintă suprafața pixelului înmulțită cu grosimea secțiunii. Deci voxelul este un paralelipiped în care baza este reprezentată de suprafața pixelului, iar înălțimea de grosimea secțiunii. De aceea, cu cât colimarea este mai mare, cu atât grosimea secțiunii în achiziție este mai mică, respectiv calitatea imaginii este mai bună.

De la apariția tomografiei computerizate s-au succedat tehnologii multiple:

- pentru aparatele de generația I-a și a II-a tubul și detectorii împreună realizează o mișcare combinată de translație – rotație în jurul corpului pacientului

- pentru aparatele de generația a III-a tubul și detectorii mult mai numeroși efectuează numai o mișcare de rotație; datorită acestei simplificări mecanice și creșterii numărului de detectori timpii de achiziție de imagine sunt considerabil reduși

- aparatele de generația a IV-a sunt prevăzute cu numeroși detectori dispuși pe o coroană fixă și singur tubul se rotește în jurul corpului pacientului

VII.3. Formarea imaginii

- Ochiul uman nu poate deosebi mai mult de 16-20 nuanțe de gri, deci fiecare nuanță ar trebui să reprezinte cca. 50 uH dacă s-a încercat să se acopere întreaga scară cu nuanțe vizibile.
- Imposibilitatea reprezentării și analizării simultane a 2000 de nivele de absorbție a determinat studierea informației „pe felii”. Astfel, se utilizează ferestre de imagine pentru o mai buna vizualizare a micilor diferențe de densitate și pentru obținerea unui contrast mai bun între structuri. Lărgimea ferestrei poate fi modificată, ceea ce permite variația numărului de uH.
- Informația conținută într-o tomogramă computerizată depinde de numărul de fotoni înregistrați de detectori.
- Este dependentă de numărul de elemente ale imaginii (rezoluția spațială) și de valorile de densitate distincte (rezoluția de contrast).
- Deoarece numărul de fotoni este limitat de doza de iradiere la care poate fi supus pacientul, orice îmbunătățire a rezoluției de contrast se face pe seama rezoluției spațiale și invers.

Pentru obținerea unei imagini sunt necesare 3 operațiuni principale obligatorii pentru obținerea informației vizuale finale:

- achiziția
- reconstrucția
- postprocesarea

Achiziția

Este prima etapă care se desfășoară în succesiunea procedurilor formării imaginii în tomografia computerizată. Ea utilizează un fascicul de raze X colimat la grosimi de 1-10 mm. Sursa radiogenă (tubul de raze X) se rotește în jurul pacientului și emite continuu sau periodic (achiziție spirală sau secvențială) un fascicul incident în timpul unei rotații de 360°.

Prin efect de parallaxă poziția reciprocă a structurilor traversate se schimbă pe măsura deplasării circulare a sursei de radiație.

Din cele prezentate se poate concluziona că de fapt imaginea CT este o matrice de elemente individuale, în care volumul studiat este compus din mici elemente de volum numite voxel (volumul elementar).

Mărimea unui voxel depinde de:

- câmpul de reconstrucție (FOV –field of view)

- mărimea matricei (64, 128, 256, 512, 1024 pixeli) reprezentată de suprafața achiziționată. Echipamentele moderne utilizează matrice cu un număr mare de pixeli, știut fiind că un pixel mic înseamnă o imagine reconstruită cu calități de rezoluție superioare. Mărimea unui pixel reprezintă real raportul dintre mărimea FOV și mărimea matricei. Fiecare punct al imaginii (*pixel=unitatea de suprafață a matricei imaginii*) are o strălucire omogenă (o nuanță omogenă de gri). *Voxelul* este corespondentul tridimensional al pixelului (volum elementar) (fig. 21) și are un anumit număr CT (unitate Hounsfield).

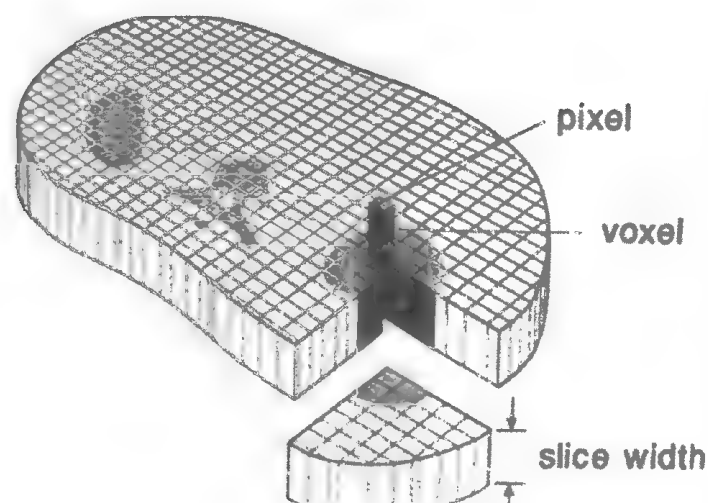


Figura 21. Pixelul și voxelul

O unitate Hounsfield reprezintă a mia parte din diferența de densitate între aer (-1000) și apa (0). Indirect în unități Hounsfield (uH) se măsoară de fapt densitatea voxelului, adică a unei mici părți volumetrice a secțiunii achiziționate.

Scala convențională de densități utilizată în tomografia computerizată se extinde între +1000 și -1000, unde +1000 este densitatea osului compact, iar -1000 este densitatea aerului. Mijlocul scalei are densitate 0, fiind reprezentată de apă. Noțiunea de apă exclude fluidele cu conținut mineral sau proteic mai crescut, la care densitățile în mod normal, sunt mai mari.

Conform acestei scale putem să apreciem compoziția unei structuri, astfel încât densități negative, dar apropiate de 0 reprezintă țesut gras, densități între 10 și 20 reprezintă structuri fluide, cele între 20 și 30 structuri parafluide, iar orice densitate mai mare de 30uH cumulează structurile solide (țesut muscular, organe parenchimatoase, os). Sângele, mai ales cel proaspăt, datorită prezenței ionului de fier în compoziție are densități care pot ajunge la 70-80 uH.

- grosimea secțiunii (1-20 mm).

Din punct de vedere al radioprotecției dacă procedurile radiologice convenționale reprezintă o iradiere de suprafață a țintei, tomografia computerizată, ținând cont de modul de efectuare a achiziției – folosirea fascicolului de radiații – determină o iradiere **de profunzime**. Nici radiologia convențională, dar nici tomografia computerizată utilizate rațional nu determină în mod normal efecte stochastice sau deterministice reale. În concluzie raportul risc-beneficiu în utilizarea tomografiei computerizate este net în favoarea realizării diagnosticului imagistic.

Reconstrucția

De la detector, de unde apare efectul de luminiscentă convertit într-un microcurent, la nivelul calculatorului se realizează o conversie digitală a tuturor microcurenților emiși de detectori și cu ajutorul unei matrice de referință reconstruiește o hartă a densităților existente în fiecare volum cilindric scanat.

Reconstrucția utilizează pixelii ca unitate structurală a unei secțiuni achiziționate. Astfel, imaginea finală reprezintă reconstrucția digitală a matricei de pixeli pe baza datelor (microcurenților) achiziționate.

Calitatea imaginii depinde în principal de:

- Dimensiunea pixelilor – prezentat mai sus. De aceasta depinde:
- Rezoluția.

În tomografia computerizată rezoluția de imagine este:

- O rezoluție GEOMETRICĂ definită ca fiind cea mai mică dimensiune a unui detaliu din imagine care poate fi individualizat (depinde de dimensiunea reală a pixelului). Aceasta depinde direct de matricea de achiziție – cu cât valoarea ei este mai mare cu atât rezoluția geometrică este mai bună.

- O rezoluție de DENSITATE care este cea mai mică diferență între densitățile a două structuri contigue la care acestea pot fi percepute separat. Rezoluția de densitate depinde direct de numărul de voxelii, adică de matrice și grosimea secțiunii.

Matricea curentă utilizată cel mai frecvent este 512/512. La examinările unor regiuni anatomice de complexitate (multe structuri anatomice într-un volum mic) matricea utilizată este mai mare ajungând la 1024/1024.

Fiecare pixel însumează o valoare unică de densități corespunzător unui volum identic ca dimensiuni.

Pixelii recompun din nuanțe de gri imaginea descompusă în cadrul achiziției.

Fiecărei densități traversate îi corespunde o singură nuanță de gri.

Fiecare nuanță de gri ca produs final analog este utilizată pentru reconstrucția unei imaginii în nuanțe de gri afișate pe un ecran tv. De aici imaginea finală poate fi trimisă spre un mediu de stocare electronic sau transferată pe filmul radiologic.

Postprocesarea

Postprocesarea reprezintă modalitatea de prelucrare a imaginilor obținute cu scopul de a pune cât mai bine în evidență caracterele leziunilor observate.

Toate operațiunile de postprocesare se fac după achiziție și reconstrucție.

În concluzie aceste operațiuni NU mai necesită prezența bolnavului.

La echipamentele moderne există de obicei o a doua consolă de prelucrare, astfel că toate aceste operațiuni se fac ulterior în timp ce poate fi examinat un alt pacient. Este un mod de a economisi timp și a rentabiliza eficacitatea echipamentului.

Pentru a fi realizat acest deziderat este absolut necesar constituirea unei echipe reale compusă dintr-un operator (care manipulează echipamentul și realizează achiziția) și medicul radiolog, care de la consola a doua face postprocesarea și emite diagnosticul radiologic corect și complet.

Postprocesare înseamnă de fapt operațiuni de măsurare - distanțe, unghiuri, circumferințe, efectuarea de modificări de contrast și luminozitate cu scopul de a evidenția mai bine leziunea, zoom adică mărirea sectorială sau totală a imaginii pentru certificarea unor posibile microleziuni sau aprecierea mai corectă a structurilor leziunii. Se pot face din imaginile secționale achiziționate reconstrucții în planuri coronale și sagitale - reconstrucții 2D, care pot aprecia raporturile exacte ale leziunii, dar și reconstrucții 3D utilizate mult în chirurgia plastică reconstructivă.

Capitol VIII

IMAGISTICĂ PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ

Ana Magdalena Bratu

VIII.1. Noțiuni de fizică

Tehnica permite vizualizarea țesuturilor organismului bazată pe principiul rezonanței magnetice nucleare, care arată că semnalele emise de nucleii de hidrogen, după ce au fost expuse pulsurilor de radiofrecvență, într-un câmp magnetic puternic, pot fi măsurate. În principal tehnica culege semnale de la moleculele de apă și grăsime, care intră în compoziția majorității țesuturilor organismului.

Molecula de apă este formată dintr-un atom de oxigen și doi de hidrogen. Toți atomii au câte un nucleu, în jurul căruia orbitează un număr de electroni. Nucleul atomului de hidrogen, care este un proton unic, este cel care stă la baza semnalului utilizat în RM. Nucleii de hidrogen conținuți în principal de apă și de grăsimi sunt făcuți să emită un semnal care va fi procesat în vederea formării unei imagini. Nuclei de hidrogen, care sunt asimilați protonilor, sunt din punct de vedere electric pozitivi.

Protonii au un ax în jurul căruia se rotesc, ca și planetele, această mișcare se numește mișcare de spin și pentru că ei sunt încărcăți din punct de vedere electric pozitiv determină un curent electric, iar orice curent electric induce un mic câmp magnetic în jur.

În concluzie orice proton se va comporta ca un mic magnet (fig. 22). Orice magnet are un pol pozitiv și un pol negativ. În lipsa unui câmp magnetic extern protonii sunt orientați aleator.

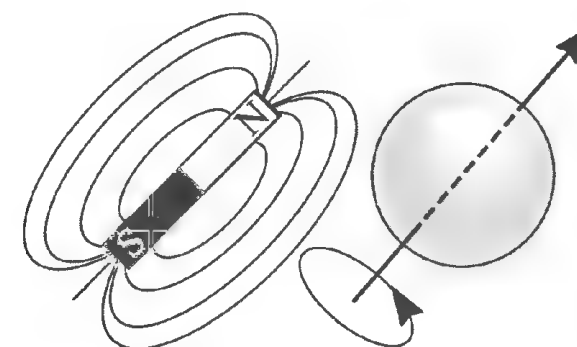


Figura 22. Proton = mic magnet

Introduși într-un câmp magnetic extern ei se vor alinia paralel (în sensul) sau antiparalel (invers) cu direcția câmpului respectiv (fig. 23). Acest câmp magnetic extern care orientează protonii se numește B_0 (are o putere foarte mare de la 0,2-3 tesla).

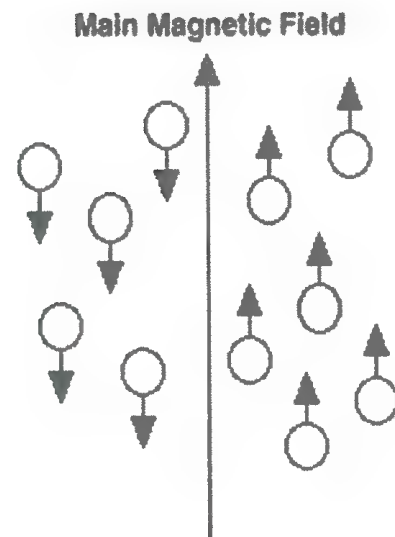


Figura 23. Alinierea protonilor cu B_0

Acest câmp B_0 nu realizează decât orientarea protonilor, fără a determina magnetizarea lor. În mod normal țesuturile nu prezintă magnetizare. Pentru a se realiza această magnetizare trebuie aplicat un puls de radiofrecvență, care se realizează cu ajutorul câmpului B_1 (fig. 24). Acest câmp B_1 este produs de bobinele de gradient cunoscute și sub numele de antene.

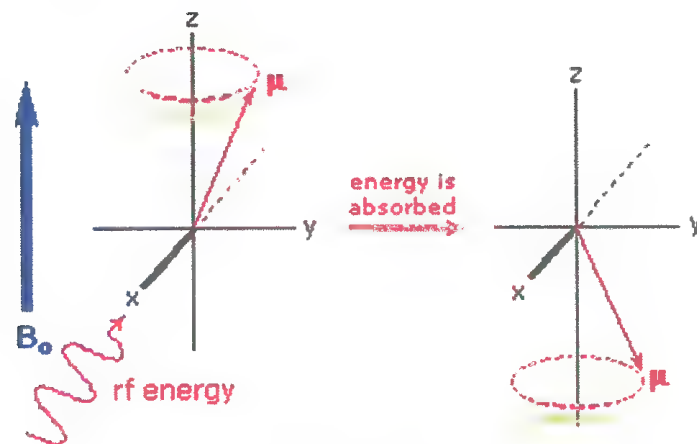


Figura 24. Aplicarea pulsului de radiofrecvență

Aplicarea pulsului de radiofrecvență de fapt perturbă starea energetică a protonilor, pe care o crește până la un nivel prestabilit. Acest impuls de radiofrecvență după aplicare este întrerupt, moment în care protonii tind să ajungă la starea de energie inițială, prin pierderea acesteia, descriind o curbă. Protonul este un mic magnet în mișcare, deci va genera un curent electric, iar acest curent electric va determina la rândul lui un câmp magnetic care devine semnal IRM. Acest lucru se produce pentru că mișcarea unei particule încărcate electric generează câmp magnetic, dar și reversul este de asemenea valabil adică un câmp magnetic în mișcare determină un curent electric. Semnalul RM se formează prin captarea undei de radiofrecvență de către antenă, care este convertit în imagine de către calculator.

Mișcarea protonilor în jurul propriului ax se numește frecvență de precesie (fig. 25) și ea depinde de puterea câmpului magnetic B_0 , conform ecuației lui Larmor.

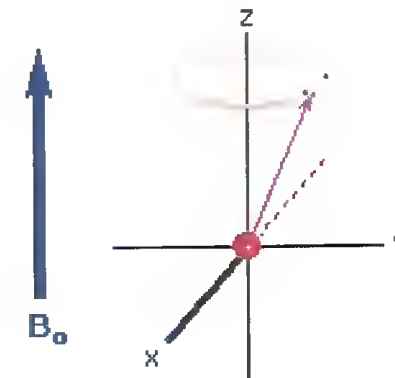


Figura 25. Mișcarea de precesie a protonilor

Fiecare frecvență de precesie a fiecărui proton, pe lângă B_0 care variază de la un punct la altul, va fi influențat de micile câmpuri magnetice ale nucleilor din jur. Aceste variații de câmp magnetic intern este caracteristic fiecărui tip de țesut, deci fiecare tip de țesut va emite un semnal diferit.

Există două tipuri de magnetizare, una longitudinală și una transversală.

Oprirea câmpului magnetic ce a interacționat cu câmpul magnetic principal determină întoarcerea la poziția de echilibru a protonilor realizând fenomenul de relaxare. Această relaxare se realizează pe două direcții, una în axul câmpului magnetic B_0 , numită relaxare longitudinală, iar cea de a doua pe o direcție perpendiculară cu prima, numită relaxare transversală.

Înainte de aplicarea pulsului de radiofrecvență magnetizarea longitudinală este maximă, iar cea transversală este zero.

Prin relaxarea longitudinală, numită relaxare spin-rețea se reface magnetizația longitudinală, care crește spre valoarea inițială; aceasta este cunoscută ca relaxare T1.

Prin relaxare transversală, numită relaxare spin-spin, este legată de neomogenitățile de câmp de origine moleculară, determină descreșterea magnetizării transversale; aceasta este cunoscută ca relaxare T2.

Țesuturile au timpi de relaxare diferiți, ceea ce determină contrastul spontan în RM (lichidele: T1 și T2 lungi, grăsimea: T1 și T2 scurte).

Magnetizația depinde și de concentrația protonilor:

- semnal crescut – lichide, edem
- semnal absent – corticale osoase, calcificări, aer

Substanțele de contrast paramagnetice scad timpii de relaxare a țesuturilor normale, determinând creșterea contrastului între diferite structuri.

În rezonanță magnetică sunt utilizate, pentru realizarea imaginilor, doi parametri și anume TR și TE.

TR reprezintă timpul de repetiție și corespunde timpului de recuperare a magnetizației longitudinale, stabilind la ce interval se reaplică impulsul de radiofrecvență. Acest timp condiționează ponderarea în T1 a unei secvențe (cu cât TR e mai scurt, cu atât secvența e mai ponderată în T1).

TE reprezintă timpul de ecou, adică momentul la care este măsurat semnalul emis de țesut și el condiționează ponderarea în T2 (cu cât TE e mai lung, cu atât secvența e mai ponderată în T2).

Pe lângă ponderațiile T1 și T2 există o a treia ponderație numită PD, densitatea de protoni. Aceasta se bazează pe un TR lung și un TE scurt, imaginea obținută depinzând doar de densitatea (numărul, concentrația) de protoni existentă.

Contrastul în T1 depinde de compoziția și structura țesuturilor, adică de schimbul de energie termică de la protoni către mediul înconjurător (rețea). Rețeaua are câmpuri magnetice proprii, iar schimbul de energie între protoni și rețea se realizează eficient când frecvența oscilațiilor câmpurilor magnetice ale acestora este apropiată de frecvența Larmor de precesie a protonilor. Atunci când rețeaua este constituită din apă pură, transferul de energie către rețea este lent, deoarece moleculele de apă sunt mici și fluctuațiile lor prea rapide. Deci lichidele vor avea timpii T1 lungi. Când rețeaua este constituită din molecule de dimensiuni medii, transferul de energie se realizează mult mai rapid, T1 fiind scurt. Țesutul adipos are timp T1 scurt. Pentru același țesut, timpul de relaxare T1 crește cu intensitatea câmpului magnetic extern.

Contrastul în T2 este determinat de faptul că există o diferență în timpii T2 pentru diferite țesuturi reprezentând sursa contrastului în imaginile ponderate T2. Ambele țesuturi devin mai întunecate în imagine, pe măsură ce magnetizarea transversală descrește. La un moment de timp t, țesutul cu T2 mai lung păstrează mai multă magnetizare decât țesutul cu T2 mai scurt și va apărea astfel mai alb (hipersemmnal).

Trebuie cunoscute semnalele principalelor structuri care alcătuiesc corpul omenesc în principalele ponderații utilizate în tehnica de rezonanță magnetică, cum rezultă din tabelul de mai jos (tabel 2):

Tabel 2. Semnalele principalelor structuri în principalele ponderații utilizate în tehnica de rezonanță magnetică

SECVENȚA SCURTĂ T1	SECVENȚA LUNGĂ T2, DP
<ul style="list-style-type: none"> • contrast anatomic (substanța albă este albă, substanța cenușie este gri, LCR negru) • leziune = hiposemmnal • grăsime, metHb... = hipersemmnal 	<ul style="list-style-type: none"> • contrast invers (LCR > s.c. > s.a.) • leziune = hipersemmnal • lichide = hipersemmnal

În aceste ponderații pot exista, cel puțin teoretic, mai multe tipuri de secvențe. Aceste secvențe se utilizează doar dacă din punct de vedere al imaginii aduc o informație suplimentară în raport cu alte secvențe utilizate în aceeași ponderație.

Principalele tipuri de secvențe utilizate în imagistica prin rezonanță magnetică sunt: spin echo, echo de gradient și inversie-revenire.

VIII.2. Aparatura de rezonanță magnetică

Ea este alcătuită din următoarele componente principale:

1. magnetul
2. sistemul de radiofrecvență
3. sistemul informatic reprezentat de calculator
4. alte componente.

1. Magneții

Sistemul de magneți cuprinde:

- Un magnet, ce produce un câmp magnetic de intensitate mare, omogen, stabil
- Un sistem de corecție a omogenității câmpului magnetic (bobina Shim)
- Bobinele de gradient, care produc variațiile locale ale câmpului magnetic
- Un "blindaj" pentru ecranarea câmpului magnetic din exteriorul aparatului

În funcție de tipul de magnet aceștia sunt magneți supraconductori, care necesită temperaturi foarte scăzute pentru a funcționa, acest lucru se realizează în principal prin răcirea cu heliu, magneți rezistivi și magneți permanenți. Magnetul rezistiv produce o cantitate importantă de căldură, necesitând de asemenea un sistem de răcire de mare putere, iar magnetul permanent este non-electric și nu necesită un sistem de răcire.

2. Sistemul de radiofrecvență

Acesta cuprinde:

- a. Bobinele de radiofrecvență și antenele, pentru emisia impulsurilor de excitare și recepția semnalelor de rezonanță magnetică
- b. Cușca Faraday, pentru ecranarea față de undele de radiofrecvență provenite din exterior.

Antenele sau bobinele servesc pentru emiterea și recepționarea semnalelor de radiofrecvență.

Semnalul RM emis de bolnav este captat de antena de recepție; aceasta poate fi amplasată în ansamblul magnetului ce înconjoară bolnavul (avantajul este că permite investigarea unui volum anatomic mare) sau poate fi situată chiar pe zona de investigat (creșterea raportului semnal util/zgomot, dar diminuarea FOV).

Există mai multe tipuri de antene:

- antene de emisie-recepție (antena de corp, antena de cap)
- antene de recepție (antene de suprafață, antene "phased array"), emisia fiind în acest caz asigurată de antena de corp.

Cușca Faraday este o structură metalică ce înconjoară incinta în care se află aparatul RM și care nu permite intrarea și ieșirea undelor radio din această incintă. Această ecranare este necesară pentru eliminarea artefactelor (unde radio parazite provenite din exterior, care sunt reprezentate în imagine) și pentru protejarea celorlalte aparate electronice din exteriorul incintei (calculatoare, telefoane mobile, ceasuri, etc.). În incinta magnetului este interzisă iluminarea fluorescentă, deoarece generează unde radio parazite.

3. Calculatorul este necesar având în vedere că imagistica prin rezonanță magnetică are nevoie de un sistem informatic puternic pentru achiziția datelor și reconstrucția imaginilor.

4. Celelalte componente sunt reprezentate de:

- Sistemul de climatizare, care pentru buna funcționare a sistemului informatic este indispensabil

- Una sau mai multe console de control a sistemului și de vizualizare a imaginilor
- Un laser printer
- O consola pentru post-prelucrarea imaginilor
- Un pat de examinare.

VIII.3. Indicațiile I.R.M.

Imagistica prin rezonanță magnetică se realizează de principiu în completarea altor metode radioimagistice, iar ca metodă de primă intenție este indicată doar în situații particulare, rare cum ar fi secțiunea medulară.

Principalele indicații diagnostice prin această tehnică sunt în domeniul:

- Neuroradiologie
- Osteoarticular
- Cord și vase mari
- Ficat, căi biliare, pancreas
- Retroperitoneu: rinichi, glande suprarenale, retroperitoneul median
- Ginecologie/ Obstetrică (IRM fetal)
- Pediatrie
- Spectroscopie/ IRM funcțional

IRM-ul cerebral evaluează în detaliu anatomia sistemului nervos central (SNC) și detectează cele mai mici modificări. Se utilizează de asemenea pentru evaluarea vaselor sanguine, a parenchimului cerebral etc., indiferent de tipul de patologie.

Coloana vertebrală se investighează foarte bine prin IRM, această metodă oferind informații foarte precise despre discurile intervertebrale, nervii spinali, integritatea corpurilor vertebrale, a ligamentelor și a meningelor. De asemenea, în cazuri patologice, această metodă caracterizează foarte bine modificările produse și extensiile lor, fiind o unealtă foarte utilă pentru neurochirurghi, neurologi și în recuperarea neuromotorie.

IRM-ul de sân reprezintă o investigație de mare ajutor în evaluarea și diagnosticul pozitiv al complexei patologii mamare. Pacientele sunt investigate în anumite condiții, în funcție de perioada ciclului menstrual. De asemenea, IRM-ul de sân este o investigație foarte importantă pentru depistarea cancerului de sân la bărbați sau la persoanele cu implanturi mamare.

Gâtul care conține multe elemente viscerele poate fi investigat facil prin IRM.

IRM-ul cardiac evaluează în amănunt morfologia și funcționalitatea cordului, venind în completarea ecocardiografiei.

IRM-ul articular este foarte util în caracterizarea mijloacelor de unire, cartilaje de acoperire, meniscuri, ligamente, tendoane și a segmentelor osoase ce participă la alcătuirea articulației și detectează modificări cum ar fi rupturi de tendoane, ligamente, menisc, întinderi ligamentare, acumulare fluidă, edem, bursite, etc.

În ceea ce privește abdomenul tehnica de imagistică prin rezonanță magnetică oferă informații valoroase despre organele abdominale, în special cele parenchima-toase, glande, vase sanguine, ganglioni limfatici abdominali. Este o metodă de caracterizare superioară a structurii organelor pelvine, față de tomografia computerizată (CT) sau ecografie, dar trebuie menționat că aceste metode sunt până la urma complementare și fiecare metodă oferă informații precise, dar specifice.

VIII.4. Contraindicațiile I.R.M.

Din punct de vedere a contraindicațiilor acestea se clasifică în contraindicații absolute și contraindicații relative.

Contraindicațiile absolute sunt reprezentate de:

- pacemaker cardiac
- corpi străini feromagnetici, cum ar fi:
 - clipuri anevrismale
 - clipuri vasculare
 - corpi străini intraoculari
 - valve cardiace metalice,
 - filtre cave,
 - implante cohleare,

- obezii peste 130 Kg, în funcție de tipul de aparat, care riscă să fie blocați în interiorul magnetului.

Contraindicațiile relative sunt reprezentate de:

- femeile însărcinate în primul trimestru de sarcină
- claustrofobi
- pacienții intubați, ventilați
- prezența în organism de corpi străini neferomagnetici.

Pacienții care au orice materiale metalice în interiorul organismului trebuie să informeze medicul lor înainte de examen sau să informeze personalul de specialitate. Materiale metalice, sau materiale străine (protezele articulare, plăci metalice osoase, dispozitive protetice etc.) pot denatura în mod semnificativ imaginile obținute prin scanare IRM. Pacienții care au stimulatoarele cardiace, implanturi metalice, NU pot fi

scanați deoarece magnetul deteriorează funcționalitatea acestor dispozitive. Pacienții cu valve cardiace artificiale vor avea o discuție preliminară cu medicul specialist în imagistică medicală.

Toate obiectele metalice de pe corp sunt eliminate înainte de investigația imagistică prin rezonanță magnetică.

În timpul unei scanări IRM, pacientul se află în interiorul tubului magnetic. Unii pacienți pot avea o senzație de claustrofobie în cursul procedurii. De aceea, pacienții cu antecedente de claustrofobie trebuie să specifice acest lucru. Un sedativ ușor poate fi administrat înainte de începerea procedurii pentru a reduce sentimentul de anxietate și pentru relaxare. Relaxarea este importantă în cursul procedurii pacienții fiind rugați să respire normal. Personalul medical este întotdeauna în apropiere în timpul manevrei. În plus, există, de obicei, un mijloc de comunicare cu personalul, cum ar fi o sonerie deținută de către pacient, care poate fi utilizat pentru contact, în cazul în care pacientul nu poate tolera starea de claustrofobie. Acest buton de alarmă este utilizat în orice situație în care pacientul pățește ceva, moment în care personalul specializat va intra în contact cu bolnavul, rezultatul poate fi liniștirea acestuia sau hotărârea de a se întrerupe examinarea.

Capitol IX

NOȚIUNI DE RADIOLOGIE INTERVENȚIONALĂ VASCULARĂ ȘI NON-VASCULARĂ

B. V. Popa, Monica Popiel, C. A. Minoiu

Radiologia intervențională este un domeniu complex, cu proceduri multiple, care impune o pregătire corespunzătoare a practicienilor. Aceștia trebuie să aibă noțiuni de farmacologie, anestezie și sedare, management clinic al pacientului, la care se adaugă noțiunile complexe teoretice și practice de radiologie intervențională. Succesul procedurilor intervenționale depinde de pregătirea pacientului pentru intervenție cât și de îngrijirea postprocedurală. Intervențiile percutane sunt proceduri minim invazive care se clasifică în intervenții vasculare și non-vasculare.

IX.1. Generalități

Ce este angiografia?

Angiografia este o metodă radiologică invazivă care utilizează substanță de contrast iodată pentru studiul arterelor și venelor. Angiografia de diagnostic evidențiază leziunile arteriale/venoase traumatiche și nontraumatice, stenozele sau ocluziile arteriale sau venoase, dar și prezența unor malformații arterio-venoase, anevrisme sau alte tipuri de patologie vasculară. Înaintea unei intervenții chirurgicale, angiografia oferă posibilitatea studierii raporturilor anatomice între vase și leziunea de operat. În urma efectuării unei angiografii se obține o angiogramă, care reprezintă însumarea de imagini radiologice înregistrate pe toată durata trecerii unei substanțe de contrast iodată prin sectorul cercetat (artere/vene-cord). Angiografia necesită o aparatură specializată și se desfășoară într-o sală de intervenții dotată corespunzător.

Sala de angiografie este o sală de operație dotată cu:

- aparatură performantă DSA (angiograf cu substracție digitală)
- sistem electronic de injectare a substanței de contrast
- echipamente complexe de monitorizare hemodinamică
- consumabile corespunzătoare
- sistem de arhivare (film, CD/DVD, PACS)
- stații DICOM/MEDCON pentru conferințe, second-opinion

- personal supraspecializat care este în stand-by 24 ore din 24.

Angiograful este un aparat radiologic alcătuit din masa de examinare și tubul angio (fig. 26). Există și echipamente hibrid alcătuite din tub angio+tub CT și masă de examinare unică.



Figura 26. Angiograf monoplan

Angiograful are o serie de caracteristici tehnice:

- tensiune 65-150 kv/intensitate 3000 Ma
- timp de expunere 1/1000 sec- "on-shot"
- generatoare trifazice puternice: 3-4 tuburi (Uniplan, biplan)
- tub radiogen cu mare viteză de rotire a anodei (9.000 rotații/min)
- anode rotative din granit cu diametru 150 mm
- 12 imagini/sec până la 60 imagini/sec (fps=frames per sec).

Calitatea imaginii a fost optimizată și pentru angiografia periferică. Fluoroscopia pulsată cu 15 și 30 pulsuri/sec este standard. Aceste valori reduc dozele de iradiere și produc imagini clare. Calitatea imaginii și detaliile vasculare au fost mult îmbunătățite prin achizițiile DSA („substracție digitală”).

Pe lângă aparatura specifică, la efectuarea unei angiografii se utilizează mai multe tipuri de consumabile specifice. Ele sunt instrumente de unică folosință grupate în mai multe categorii (fig. 27):

1. Tecile introductive sunt tuburi de plastic sterile prevăzute cu valvă antireflux, care sunt inserate în arteră/venă la locul de abord. Ele rămân în vas pe toată durata procedurii și pe ele pot fi schimbate mai multe tipuri de catetere, ghiduri/ mandrene sau se pot introduce în vas diferite dispozitive (stenturi, baloane, material de embolizare) în funcție de tipul de procedură angiografică. Teaca are un braț lateral cu robinet pe care pot fi injectate fluide, inclusiv substanță de contrast. Sunt disponibile în mai multe lungimi, diametre și duritate în funcție de tipul intervenției și calea de acces.

2. Cateterele sunt tuburi făcute din poliuretan, polietilenă, nylon sau Teflon, care le conferă grade variate de duritate și manevrabilitate. Ele variază în lungime, diametre și prezența găurilor laterale. Diametrul se măsoară în French (3 French=1 mm).

Există mai multe tipuri de catetere:

- a) catetere drepte
- b) catetere curbate utilizate la cateterizarea selectivă a vaselor
- c) catetere tip Pig-tail au multiple găuri laterale și sunt folosite la injectarea în cavități, aortă sau pentru drenarea colecțiilor.

3. Cateterele-ghid sunt suport pentru pasajul în vas al diferitelor catetere, stenturi, baloane, material de embolizare; necesită teacă de abord de dimensiuni mai mari.

4. Microcateterele sunt catetere de mici dimensiuni utilizate pentru a cateteriza vase de diametre mici, sinuoase.

5. Ghidurile sunt consumabile asemănătoare unor "sârme" caracterizate prin: lungime, diametre, manevrabilitate, configurația vârfului, duritate, compoziție. Majoritatea sunt hidrofile, diametre între 0,014-0,038 inch și lungimi variind între 120 cm și 260 cm, care pot fi utilizate la angiografii de diagnostic sau terapeutice.



Figura 27. Instrumente utilizate în angiografie

Cine face angiografia?

Angiografia se efectuează de către medicul radiolog intervenționist (angiografie periferică diagnostică și terapeutică) și cardiologul intervenționist (coronarografie/ PTCA, cateterism cardiac), care sunt asistați de asistenți medicali cu pregătire corespunzătoare.

IX.2. Rolul asistentului medical în pregătirea sălii de angiografie și a pacientului pentru intervenție:

- înregistrarea datelor pacientului
- pacientul se dezbracă și este așezat pe masa de angiografie în funcție de regiunea de acces vascular și tipul intervenției după ce regiunea de abord a fost rasă și dezinfectată, vezica urinară evacuată
- pacientul este monitorizat hemodinamic (manșetă de tensiune, electrozi pentru monitorizarea EKG, puls oximetru)
- umple cu substanță de contrast seringă electronică de injectare
- îmbracă medicul/medicii cu echipament steril
- masă de angiografie pe care așează câmpurile sterile pentru acoperirea pacientului, burețel steril pentru dezinfectarea zonei de abord, boluri sterile pentru ser fiziologic și substanță de contrast, comprese sterile, lamă de bisturiu.

IX.3. Tehnica metodei angiografice

Cum se face angiografia?

În 1953 Sven Ivar Seldinger a descris primul metoda de cateterizare arterială percutană, care ulterior i-a purtat numele. Tehnica Seldinger de puncție arterială și venoasă se face sub anestezie locală cu Xilină 1% sau 2%. Se evită injectarea intraarterială a anestezicului prin aspirații intermitente. La pacienții alergici la lidocaină se utilizează procaină sau soluție de diphenhidramină. Materialele necesare puncției arteriale sau venoase prin tehnica Seldinger sunt: un ac Seldinger, un ghid scurt cu vârf în "J" și o teacă introductoare (Seldinger a imaginat metoda cu cateter).

Dupa anestezie locală se face o butonieră la nivelul tegumentului. Acul Seldinger intră în mijlocul arterei, sub un unghi de 45°. Când acul este în arteră se procedează la inserția ghidului scurt în arteră, apoi se scoate acul de puncție, iar ghidul rămâne în arteră. Pe ghid se inseră teaca introductoare. Se scoate introducătorul cu ghidul scurt, iar teaca prevăzută cu sistem valvular antireflux rămâne în arteră. Teaca reprezintă calea de acces pentru restul instrumentarului.

În funcție de tipul de procedură există mai multe căi de acces: femural în regiunea inghinală dreaptă/stângă, brahial (la plica cotului), radial (deasupra apofizei stiloide a radiusului). Abordul femural este cel mai folosit. Trigonul Scarpa este locul cel mai sigur și simplu de acces al arterei femurale comune deoarece aici artera este largă, superficială, de regulă fără patologie și poate fi comprimată ușor pe capul femural pentru hemostaza manuală. Abordul brahial/axilar este mai puțin utilizat din cauza ratei mai mari și mai severe de complicații. Indicațiile abordului brahial sunt: absența pulsului femural bilateral sau ocluzie de aortă abdominală cunoscută, recanalizarea arterelor renale sau mezenterice, tratamentul leziunilor arterelor membrelor superioare, istoric de embolizare colesterolică la cateterizarea retrogradă a aortei. Puncția se face la 1 cm sub plica cotului și se utilizează frecvent brațul stang datorită accesului mai ușor în aorta toracică. Abordul radial este mai dificil pentru operator din cauza calibrului mic al arterei. Se utilizează teci introductoare de calibru mic, necesită catetere lungi, iar hemostaza are rată mică de complicații, mai ales în condițiile utilizării anticoagulantelor.

În funcție de sensul de curgere al sângelui, abordul arterial poate fi retrograd (cel mai frecvent) sau antegrad (în procedurile intervenționale infrainghinale).

IX.4. Tipuri de angiografii

1. Angiografii de diagnostic prin care se evidențiază și se caracterizează afecțiunile vasculare (stenoze, ocluzii, malformații arterio-venoase, fistule arterio-venoase, aneurisme, pseudoaneurisme, disecții), se diferențiază tumorile (benigne/maligne, hipervasculare, cu fistule arterio-venoase). Angiografiile de diagnostic pot fi acute (efectuate în urgență: hemoragii cerebrale/digestive, politraumatisme cu rupturi vasculare, embolii/tromboze acute) sau cronice (stenoze/ocluzii arteriale, malformații arterio-venoase, tumori benigne/maligne).

În funcție de teritoriul de injectare a substanței de contrast există mai multe tipuri de angiografii de diagnostic:

1. Aortografia globală toracică:

- de regulă se utilizează abordul femural
- abordul brahial este utilizat când există suspiciune de disecție aortă toracică, leziuni aortice posttraumatice, antecedente de embolie colesterolică la cateterizarea retrogradă sau pulsuri femurale absente bilateral
- se utilizează cateter tip Pig-tail care se plasează la 2 cm deasupra valvei aortice pentru a se evita refluxul în ventriculul stâng

- se vizualizează aorta ascendentă, crosa aortei cu emergențele ramurilor ei și aorta descendentă toracică

- se achiziționează imaginile angiografice în incidența oblică posterioară dreaptă și incidențe suplimentare pentru a descrie complet și corect leziunea suspectată.

2. Aortografia globală abdominală:

- se utilizează abordul femural, cu excepția situațiilor care-l contraindică
- se utilizează teaca introductoare de 4-5Fr și cateter tip Pig-tail
- prima injectare se face la nivel L1-L2 pentru vizualizarea arterelor renale, apoi se retrage cateterul și se vizualizează emergențele trunchiului celiac și arterei mezenterice superioare

- se face o proiecție frontală standard, apoi incidențe suplimentare pentru descrierea leziunilor

- când se suspectează ateroscleroza avansată sau aneurism aortic, ghidul și cateterul se manevrează cu atenție pentru a se evita posibilele complicații (tromboză, embolizare).

3. Angiografia membrelor inferioare se face prin injectarea substanței de contrast în aorta distală cu vizualizarea arterelor membrelor inferioare

- se utilizează o sondă Pig-tail plasată în aorta distală
- injectarea se face cu ajutorul seringii de injectare electronică
- permite vizualizarea arterelor membrelor inferioare (arterele iliace, arterele femurale, arterele poplitee, arterele tibiale posterioare, arterele tibiale anterioare, arterele peroniere).

4. Angiografia membrelor superioare:

- se face prin injectarea selectivă în trunchiul arterial brahiocefalic pentru membrul superior drept și în artera subclavie stângă pentru membrul superior stâng
- cateterele de diagnostic utilizate pot fi: Bentson, Simmons.

5. Angiografia cerebrală se face prin injectarea în arterele carotide interne dreaptă/stângă, respectiv arterele vertebrale și se vizualizează arterele cerebrale și poligonul Willis; se utilizează cateter Bentson sau Simmons.

6. Angiografia carotidiană se efectuează prin injectarea selectivă în emergența arterelor carotide comune dreaptă/stângă pe cateter Bentson/Simmons sau arterele carotide pot fi vizualizate prin injectarea globală în crosa aortei pe cateter Pig-tail.

7. Angiografia renală:

- evaluarea arterelor renale începe cu aortografia abdominală pentru depistarea leziunilor ostiale, a arterelor renale accesorii
- pentru aortografie se utilizează cateter Pig-tail plasat la nivel L1-L2

- se utilizează pentru început proiecție antero-posterioară, ulterior se fac incidențe antero-laterale drepte, stângi pentru vizualizarea ostiumului arterelor renale dreaptă/stângă

- pentru depistarea originii arterelor renale accesorii sau a ramurilor mezenterice se retrage sonda Pig-tail sub emergența arterelor renale

- angiografia renală selectivă se face utilizând cateter tip Cobra, Simmons, etc în funcție de emergența arterei descrisă la aortografie

- ghidul și cateterul trebuie manipulate cu atenție pentru a se evita spasmul și disecția.

8. Angiografia mezenterică, celiacă:

- trunchiul celiac și artera mezenterică superioară au emergența de pe peretele anterior al aortei abdominale nivel T12-L1-L2

- artera mezenterică inferioară emerge de pe peretele antero-lateral stâng al aortei abdominale, nivel L3-L4

- cateterele utilizate sunt: Cobra, Simmons etc.

9. Angiografia hepatică, splenică, gastrică stângă se fac prin cateterizarea supraselectivă a ramurilor trunchiului celiac (artera hepatică, artera splenică, artera gastrică stângă sau ramurile acestora) cu ghidul hidrofil pe care ulterior se inseră cateterul de diagnostic (Cobra, Simmons)

- pentru vasele tortuoase, vase de calibru mic sau pentru evitarea spasmului se utilizează sistemul coaxial cu microcateter

- debitul și volumul contrastului injectat depind de calibrul arterei și patologie.

10. Angiografia uterină se face prin injectarea supraselectivă în arterele uterine, ramuri din arterele hipogastrice

- se face prin abord brahial stâng deoarece se ajunge mai ușor în aorta descendentă

- se utilizează catetere Cobra lungi cu ajutorul cărora se cateterizează supraselectiv fiecare arteră uterină

- permite embolizarea uterină în fibromatoza uterină.

II. Angiografiile terapeutice sunt reprezentate de:

1. Angioplastia periferică percutană presupune utilizarea unei sonde cu balon cu ajutorul căreia se dilată stenoza arterială; în caz de ocluzie arterială, după dezobstrucție cu ghid, se procedează la dilatare cu balon; aceste proceduri se pot însoți sau nu de stentare.

Stentul este o plasă metalică cilindrică, care se implantează în vas și refacă calibrul normal al vasului. Stenturile sunt de mai multe tipuri:

- premontate pe balon (expandarea lor se face prin umflarea balonului pe care ele sunt premontate, după care balonul se retrage și stentul rămâne expandat pe pereții vasului)

- autoexpandabile: stenturile sunt plasate într-o teacă și pe măsură ce se retrage teaca stentul se expandează pe pereții vasului

- drug-eluting stent: stenturile sunt acoperite cu o substanță farmacologic activă care previne tromboza stentului și reduce în timp procentul de restenoză intrastent

- stentul acoperit cu un material sintetic special, utilizat în ruptura arterială pentru acoperirea defectului parietal

- stenturile acoperite jumătate cu material sintetic, jumătate cu celule deschise utilizate în procedurile TIPS (transjugular intrahepatic porto-sistemic) la pacienții cirofici cu varice esofagiene pentru reducerea presiunii în sistemul port.

2. Angioplastia carotidiană percutană: dilatarea cu balon/stentarea stenozelor carotidiene; este necesară utilizarea unui filtru de protecție pentru prevenirea migrării trombilor de la nivelul stenozei arteriale.

3. Angioplastia renală: dilatarea/stentarea stenozelor de arteră renală în HTA reno-vasculară.

4. Tromboaspirația se face cu ajutorul unor dispozitive speciale care aspiră trombul, refăcând astfel fluxul sanguin.

5. Tromboliza arterială/venoasă constă în injectarea unor agenți trombolitici pe catetere speciale implantate în vas, la locul trombozei. Există mai mulți agenți de tromboliză: streptokinaza, urokinaza etc.

6. Embolizarea arterială înseamnă închiderea vasului cu un material special numit agent de embolizare. Agenții de embolizare sunt complet sau temporar ocluzivi:

- spirale, microspirale care produc ocluzie vasculară definitivă

- particule de PVA

- microsferă

- onyx

- cianoacrilat (glues)

- collagen microfibrilar

- fibrină umană/artificială (Tachocomb, Tachosil, Gelfoam, Curaspon, Gelitaspon).

Consecutiv embolizării transcateter, în teritoriul respectiv se instalează ischemia arterială care determină o serie de simptome grupate în sindromul postembolizare. Acesta survine imediat postembolizare sau în primele 24 ore și se manifestă prin: febră, greață, vărsătură, durere, care se remit cu antipiretice, antiemetice și analgezice.

Embolizarea se efectuează în urgență (hemoragii digestive, anevrisme rupte, hemoragii posttraumatice), la pacienții cronici (tumori hipervasculare pentru redu-

cerea gradului de vascularizație și oprirea creșterii cum ar fi embolizarea fibroamelor uterine, malformații arterio-venoase, fistule arterio-venoase, anevrisme) și preoperator pentru reducerea sângerării intraoperatorii în cazul unor tumori hipervascularizate ce urmează a fi rezecate chirurgical.

7. Chemoembolizarea hepatică indicată pentru tratamentul endovascular al tumorilor maligne hepatice primare sau secundare și constă în injectarea intraarterială a citostaticelor mixate fie cu particule specifice care absorb citostaticul, fie cu Lipiodol. Procedura prin care se injectează intraarterial numai citostaticul se numește chemoinfuzie hepatică.

8. Implantarea de rezervor subcutan pentru citostatice este indicată pacienților cu tumori hepatice și tromboză completă de venă portă. La plica inghinală, subcutan, se implantează un rezervor la care se conectează un cateter al cărui capăt distal se găsește în artera hepatică, în vecinătatea tumorii. După dezinfectia locală a tegumentului se verifică permeabilitatea cateterului și apoi se injectează citostaticele lent; ulterior se lavează cateterul și se heparinizează rezervorul cu 5000ui.

III. Flebografia este metoda radiologică de examinare a sistemului venos cu ajutorul substanței de contrast. Flebografiile de diagnostic se împart în:

1. Flebografia membrului inferior:

- pacientul în decubit pentru relaxarea musculaturii
- membrul inferior în poziție declivă pentru umplerea patului venos superficial
- se pune un garou la nivelul gambei pentru umplerea patului venos profund
- se cateterizează o venă dorsală cât mai superficială și mai lateral (se poate utiliza ghidajul ecografic)
- se injectează soluție salină pentru verificarea permeabilității branulei pe care se va injecta substanță de contrast
- coloana de contrast progresează de la gleznă spre coapsă cu vizualizarea celor două sisteme superficial și profund
- prin compresia gambei, respectiv a coapsei, se facilitează progresia contrastului pentru vizualizarea venelor iliace și a venei cave inferioare
- pentru vizualizarea venei cave inferioare se poate proceda și la cateterizarea antegradă a venei femurale la nivelul trigonului Scarpa.

2. Flebografia membrului superior:

- cateterizarea unei vene de la nivelul antebrațului
- vena cavă superioară se vizualizează prin injectare pe cateter Pig-tail via vena femorală sau vena jugulară internă.

Flebografiile terapeutice sunt reprezentate de:

1. Dilatarea sau stentarea stenozelor venoase urmează același principiu ca angioplastia arterială.
2. Tromboaspirația utilizată frecvent pentru repermeabilizarea fistulelor arterio-venoase de dializă.
3. Implantarea intravenoasă periferică sau centrală a unor dispozitive pentru administrarea citostaticelor, medicamentelor sau nutriție parenterală.
4. Implantarea filtrului de venă cavă inferioară pentru prevenirea tromboembolismului pulmonar la pacienții cu tromboză venoasă profundă, la cei cu intervenții laborioase în sfera pelvină sau la cei cu imobilizare prelungită, care au risc mare de tromboză venoasă.

IX.5. Proceduri diagnostice și terapeutice nonvasculare

1. Biopsia percutană este o metodă intervențională prin care se obține material tisular. Acele de biopsie se clasifică în funcție de calibru, configurație, mecanismul de recoltare. În funcție de metoda de vizualizare a leziunii biopsia se face prin ghidaj fluoroscopic, ecografic, computer tomografic.

2. Drenajul percutan al colecțiilor cu diferite localizări se face prin punșionarea colecției cu un ac Seldinger prin care se inseră un mandren în colecție și pe mandren se implantează un cateter de drenaj cu diametru mare și găuri laterale.

3. Drenajul biliar percutan este o metodă intervențională percutană prin care se cateterizează calea biliară principală în care se implantează un cateter de drenaj pentru evacuarea excesului de bilă. Prin această metodă se dilată căile biliare stenozate și se pot implanta stenturi pentru refacerea permeabilității căilor biliare.

4. Nefrostomia percutană este metoda intervențională percutană care constă în implantarea unui cateter de drenaj în bazinet pentru evacuarea urinei la pacienții cu hidronefroza. Prin această metodă se pot scoate calculi, se pot implanta sonde Cook pentru eliminarea microcalculilor renali sau se pot implanta stenturi pentru dilatarea stenozelor ureterale.

5. Nucleoplastia este o procedură minim invazivă pentru tratamentul percutan al herniilor de disc moderate. O parte din discul intervertebral este dizolvată reducându-se astfel dimensiunile herniei și compresia asupra nervilor.

6. Vertebroplastia este un procedeu minim invaziv prin care se stabilizează fracturile vertebrale.

IX.6. Contraindicațiile generale ale angiografiei sunt reprezentate de:

- instabilitatea hemodinamică, care trebuie corectată preprocedural
- alergie la iod documentată medical
- insuficiență renală cronică
- insuficiență cardiacă globală
- tulburări de coagulare
- hipokalemie
- intoxicație digitalică
- febră intercurrentă
- HTA necorectată.

Toate acestea sunt contraindicații relative, pe măsură ce deficiențele sunt corectate, intervenția angiografică poate fi efectuată.

Reacții secundare

La efectuarea puncției arteriale/venoase pacientul nu simte durere datorită anesteziei locale. La introducerea substanței de contrast pacientul percepe senzația de căldură la nivelul regiunii investigate. După unele gesturi terapeutice pot apărea o serie de simptome:

- durere (postembolizare, după dilatarea cu balon, la implantarea stenturilor) care cedează spontan sau necesită tratament cu analgezice
- greață, vărsături (postembolizare, după chemoembolizare) pentru care se administrează antiemetice
- febră care apare de regulă postembolizare sau la injectarea citostaticelor în ficat și se datorează eliberării unor substanțe pirogene din țesutul necrozat; se tratează cu antipiretice.

Administrarea substanței de contrast iodate determină reacții adverse cu grade diferite de severitate, care vor fi tratate corespunzător (vezi capitol IV). Pentru pacienții cunoscuți cu reacție adversă moderată la substanța de contrast se pot face scheme de desensibilizare preintervențional.

Pregătirea preprocedurală

Pentru procedurile simple de diagnostic sau intervențiile terapeutice simple pacienții nu necesită o pregătire specială. O serie de intervenții complexe impun o investigare corespunzătoare a pacientului care cuprinde: istoric al antecedentelor personale patologice, examen fizic complet, evaluarea funcției cardiace, pulmonare, renale, hepatice, hematologice (teste de coagulare), istoric de alergii, medicație curentă.

Pregătirea pacientului pentru intervenție constă în:

- întreruperea medicației anticoagulante orale cu 2-3 zile înaintea intervenției
- premedicație antihistaminică/steroidi la pacienții alergici la substanța de contrast
- antibioterapie profilactică cazurilor selecționate
- corectarea coagulopatiilor
- repaus alimentar cu minim 8 ore înaintea intervenției
- hidratare corespunzătoare necesarului pe 24 ore
- pacientul își golește vezica urinară sau se montează sondă urinară în cazul procedurilor îndelungate
- toaletarea regiunii de abord (zona este rasă și dezinfectată).

Îngrijirea intraprocedurală presupune:

- utilizarea tuturor mijloacelor care reduc gradul de iradiere al pacientului (colimare, filtrare, șorțuri de protecție, etc)
- măsuri de antisepsie prin care se evită transmiterea bolilor infecțioase
- monitorizarea pacientului (TA, EKG, puls oximetru): asistentul medical trebuie să monitorizeze pacientul la fiecare 10-15 minute
- două linii venoase pentru administrarea fluidelor și medicației
- sedare ușoară
- menținerea căilor aeriene libere
- oxigen suplimentar
- monitorizarea apariției reacțiilor adverse.

În timpul procedurii asistentul medical servește medicului materialele necesare, pregătește seringă de injectare automată și setează constantele fizice pe care i le indică medicul, după injectarea substanței de contrast se achiziționează digital imagini angiografice. Pe toată durata procedurii asistentul medical observă pacientul în legătură cu apariția reacțiilor adverse.

1. Reacții adverse la sedative și analgezice

- cele mai comune: hipoxia și detresa respiratorie
- mai puțin frecvente: greață, vărsături, hipotensiune, bradicardie, agitație, confuzie.

Greața și vărsăturile se tratează cu antiemetice.

Hipoxia: oxigen suplimentar, sedare.

Detresă respiratorie, hipotensiune: oxigen suplimentar, antagoniști ai medicamentelor supradozate (Naloxone este antagonist de opiaceu, Flumazenil este antagonist de benzodiazepine).

2. Reacția vaso-vagală include hipotensiune cu bradicardie, greață și transpirații abundente. Tratament: ridicarea picioarelor, infuzia i.v. rapidă de fluide, atropină.

3. Hipertensiune. Majoritatea pacienților devin normotensivi după sedative și analgezice. În caz de hipertensiune arterială susținută se pot administra: nifedipină sublingual, labetalol i.v., nitroglicerină sublingual sau i.v., clonidină oral este necesară în prelungirea efectului antihipertensiv postprocedural.

4. Hemoragia la locul puncției este mai frecventă la pacienții hipertensivi sau la cei care au primit medicație anticoagulantă. Tratament: infuzia rapidă de lichide i.v. și monitorizarea hemodinamică continuă.

5. Reacții adverse la substanța de contrast pot fi minore (urticarie, greață și vărsături, care în majoritatea cazurilor nu necesită tratament sau administrarea unui antihistaminic), moderate (bronhospasm moderat sau wheezing, edem facial sau laringian moderat sau hipotensiune cu tahicardie: bronhospasmul se tratează cu oxigen suplimentar, inhalarea de bronhodilatatoare sau epinefrină s.c; hipotensiunea și tahicardia se tratează cu: ridicarea picioarelor, infuzia rapidă de fluide, dopamină) și severe (bronhospasm sau laringospasm severe și hipotensiune care reclamă tratament urgent și agresiv cu: oxigen suplimentar, infuzia rapidă de fluide și epinefrină i.v. repetată la 2-3 minute).

6. Hipoglicemie: mai frecventă la diabetici, se tratează prin infuzia de glucoză.

7. Aritmii: TPSV se tratează cu adenozină, verapamil; tahicardia ventriculară este de regulă tranzitorie; când este susținută se tratează cu lidocaină.

La sfârșitul intervenției se retrage teaca și se face hemostaza locală. La pacienții care au primit heparină teaca se retrage după 4-6 ore.

Hemostaza la locul de puncție se face prin compresie manuală sau prin utilizarea dispozitivelor mecanice de închidere vasculară.

Compresia manuală la locul puncției este cea mai veche metodă de hemostază și se face astfel:

- cu o mână se comprimă artera pe capul femural, iar cu cealaltă se comprimă locul puncției.

- metoda reclamă mai mult timp din partea operatorului, se prelungește timpul de imobilizare al pacientului și crește rata complicațiilor la locul puncției.

Dispozitivele mecanice de închidere vasculară sunt grupate în trei categorii:

1. Plasarea colagenului care creează o placă externă deasupra puncției arteriale (ex: VasoSeal, AngioSeal, Duett)

2. Dispozitive de sutură arterială (Perclose Closer, Prostar, Xpress)

3. Patch extern care accelerează coagularea (Syvek, Clo-sur, D-stat Dry Patch).

Niciun dispozitiv nu și-a demonstrat superioritatea față de celălalt. Rata de conversie la compresie manuală este de < 15%.

Dispozitivele de închidere vasculară au o serie de avantaje: se reduce timpul de hemostază, se reduce timpul de spitalizare, sunt frecvent utilizate atunci când se folosesc teci de mărime mare și medicație anticoagulantă.

Utilizarea dispozitivelor de închidere vasculară au o serie de dezavantaje: nu se reduce frecvența complicațiilor comparativ cu compresia manuală, costul, existența criteriilor de excludere pentru folosirea dispozitivelor (boala vasculară periferică care afectează AFC, hipertensiune refractară, puncția AFS sau AFP, existent hematomului local, puncțiile multiple), apariția complicațiilor cum ar fi tromboză locală, embolizare, infecție locală.

Dupa efectuarea hemostazei, asistentul medical face un pansament compresiv la locul puncției, pacientul este mutat pe un brancard cu ajutorul căruia este transportat la salon. Pentru puncția femurală pacientul trebuie să stea cu piciorul întins la pat minim 6 ore (în funcție de indicația medicului), iar pentru puncția brahială sau radială pacientul trebuie să stea cu brațul întins.

Îngrijirea post-procedurală

Pacientul este supravegheat 24 ore astfel:

- se observă locul puncției (pot apărea sângerări, hematoame)
- se monitorizează pulsul și tensiunea arterială la fiecare 15 minute în prima oră, la 30 minute în a doua oră și la fiecare oră în următoarele 24 ore,
- dacă pacientul nu-ți poate mișca mâna sau piciorul sau acuză parestezii, dureri este anunțat imediat medicul.

Pacientul se hidratează conform necesarului pe 24 ore și poate mânca la aproximativ 3-4 ore după intervenție.

Complicațiile procedurilor radiologice intervenționale percutane

Intervențiile percutane pot crea de o serie de complicații, mult mai frecvente în cazul procedurilor angiografice. Rata de complicații pentru procedurile angiografice de diagnostic este mai mică comparativ cu angiografiile terapeutice. Riscul de apariție a complicațiilor depinde de tipul de procedură, coexistența factorilor de risc și experiența operatorului.

Complicații la locul puncției:

- sângerare mică sau hematom: compresie locală, refacerea pansamentului local

- sângerare importantă care reclamă tratament: transfuzii, evacuare chirurgicală; sângerarea importantă este suspectată la pacienții care devin agitați, palizi, acuză durere la locul puncției sau în flanc, hipotensiune, tahicardie; hematomul brahial comprimă nervul radial și ulnar determinând neuropatie senzitivă sau motorie

- pseudoanevrism < 2cm se închid spontan prin menținerea pansamentului compresiv câteva zile; cele mai mari sau persistente reclamă tratament

- fistulă arterio-venoasă

- ocluzie prin tromboză sau disecție

- perforație sau extravazare se tratează endovascular prin implantarea unui stent acoperit cu proteză sintetică

- embolizare distală prin trombi formați pericater (se manifestă prin dureri și paretezii în teritoriile embolizate și se tratează conservator sau se administrează heparină)

- embolizarea colesterolică este o complicație gravă.

Capitol X

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A CRANIULUI

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

X.1. RADIOANATOMIA CRANIULUI

Craniul este o cutie osoasă care este divizat în două regiuni și anume viscerocraniu și neurocraniu.

Viscerocraniul este constituit din mai multe oase și anume: oase maxilare, zigomatice, palatine, nazale, mandibulă, precum și vomerul, apofizele pterigoide, sfenoidul, etmoidul, hioidul. Viscerocraniul denumit și masiv facial conține de fapt cavități și formațiuni anatomice foarte importante: sinusurile anterioare și posterioare ale feței, orbitele, fosele nazale, cavitatea bucală, fosa infratemporală, articulația temporo-mandibulară, arcadele dentare, glandele salivare, etc.

Neurocraniul este delimitat de următoarele oase: frontal, parietal, temporal, occipital și conține atât emisferele cerebrale, cât și emisferele cerebeloase, trunchiul cerebral, sistemul ventricular. Oasele neurocraniului sunt separate între ele prin suturi, care determină mici incizuri la aceste nivele.

Craniului i se descriu două porțiuni: exocraniul și endocraniul. Exocraniul constituie suprafața exterioară, iar endocraniul suprafața interioară a cutiei craniene.

La nivelul oaselor craniene există numeroase canale și orificii numite găuri, la nivelul cărora trec structuri vasculare și nervi.

Oasele craniene sunt alcătuite din două lame de țesut osos compact care formează una tăblia internă, iar cealaltă tăblia externă, iar între cele două tăblii se găsește țesut osos spongios care poartă denumirea de diploe.

Exocraniul corespunde unei cutii care prezintă șase fețe. Fața superioară corespunde boltei craniene. Fața anterioară corespunde porțiunii solzoase a osului frontal. Fețele laterale sunt alcătuite dinspre ventral spre caudal dintr-o porțiune a osului frontal și aripa mare a osului sfenoid, porțiunea inferioară a parietalului, temporal și occipital. Fața posterioară corespunde stâncii osului temporal și osului occipital. Fața inferioară corespunde bazei de craniu și poate fi împărțită în două regiuni: facial și temporo-occipitală.

Endocraniul la nivelul bazei de craniu este o regiune care poate fi divizată în trei etaje și anume etajul anterior, mijlociu și posterior.

Etajul anterior al endocraniului este delimitat dorsal de aripa mică a sfenoidului și de jugulum sfenoidal, fiind constituit din os frontal, etmoidal și sfenoidal.

Etajul mijlociu este un etaj sfeno-temporal, fiind delimitat posterior de marginea superioară a stâncii temporalului și lama patulateră a sfenoidului. Osul sfenoid constituie fundamentul etajului mijlociu al bazei de craniu, formând planșeul fosei cerebrale mijlocii.

Etajul posterior este de asemenea un etaj sfeno-temporal. Lateral, dinspre interior spre exterior se vor găsi masele laterale ale osului occipital, foramenul jugular, fața posterioară a stâncii temporalului cu conductul auditiv intern.

X.2. REPERE ANATOMICE LA NIVEL CRANIAN

Reperete anatomice utilizate în explorarea radio-imagistică a craniului sunt reprezentate de (fig. 28):

- Vertex** care reprezintă "vârful capului" sau punctul cel mai înalt al calvariei
- Glabela** care este punctul de maximă curbură a frontalului (pe linia mediană)
- Nasion** care de fapt este rădăcina nasului
- Menton** care reprezintă vârful bărbiei
- Inion** care este protuberanța occipitală externă
- Linia Reid** care este o linie care unește canalul auditiv extern (CAE) cu unghiul extern al orbitei.

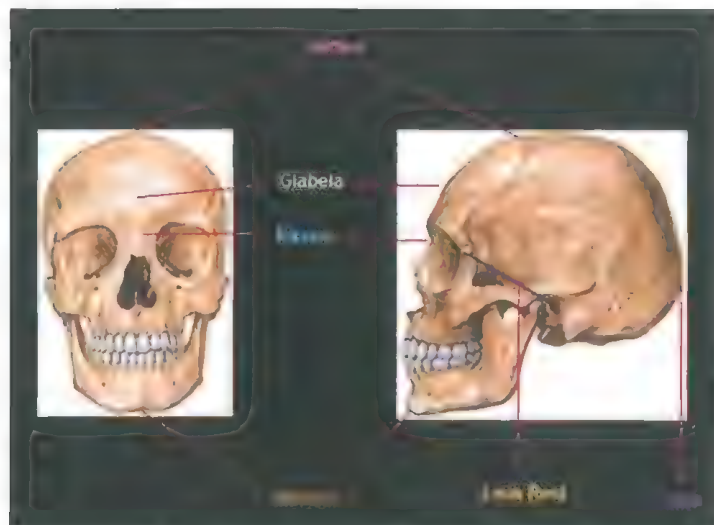


Figura 28. Repere anatomice craniu

X.3. TEHNICI DE EXPLORARE A CRANIULUI

X.3.1. Explorarea radiologică convențională

Pentru a se realiza radiografiile efectuate în incidențe corecte trebuie să se țină seama de reperele anatomice mai sus amintite la care se adaugă trei planuri de referință ale craniului în ansamblu.

Primul plan este planul orizontal al craniului care este un plan imaginar ce străbate masivul facial și neurocraniul trecând tangent la marginea orbitală inferioară și tangent superior la conductul auditiv extern.

Cel de al doilea plan este perpendicular pe primul plan la jumătatea lui fiind planul mediosagital. Aceste două planuri sunt utilizabile în radiografia de craniu de față.

Cel de al treilea plan este de fapt perpendicular pe celelalte două, numit planul biauricular care trece prin conductele auditive externe. Acest ultim plan împreună cu planul orizontal sunt utilizabile pentru efectuarea unei radiografii craniene de profil.

1. Radiografia de craniu de față

Acest tip de radiografie se poate efectua în incidență postero-anterioară sau antero-posterioară cu pacientul în ortostatism, în sezând sau în decubit ventral sau dorsal. Indicat este ca radiografia să fie efectuată cu grilă, distanța focus-film fiind de maxim 1 m.

Pe o radiografie craniană de față elementele osoase ale bazei de craniu se sumează cel mai frecvent cu orbitele și segmente din masivul facial.

1.1. Radiografia craniului de față incidență postero-anterioară

Poziționare: pacientul în decubit ventral (sau poziție șezândă), cu antebrațele în lungul mesei se sprijină cu palmele pe masă de o parte și de alta a casetei. Planul mediosagital perpendicular pe film, pacientul se sprijină cu fruntea și nasul pe masă (sau pe stativ), glabela fiind situată în mijlocul filmului.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe film intră deasupra protuberanței occipitale externe și iese prin rădăcina nasului.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus-film: 70-100 cm.

1.2. Radiografia craniului de față incidență antero-posterioară (fig. 29 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal sau poziție șezândă, capul se sprijină cu regiunea occipitală pe masă (sau pe stativ). Planul sagital perpendicular pe casetă, bărbia ușor flectată pentru a aduce planul frontal paralel cu planul casetei.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la 1-2 cm deasupra glabelei.

Film 24/30 pe lung.

Distanța focus-film: 70-100 cm.

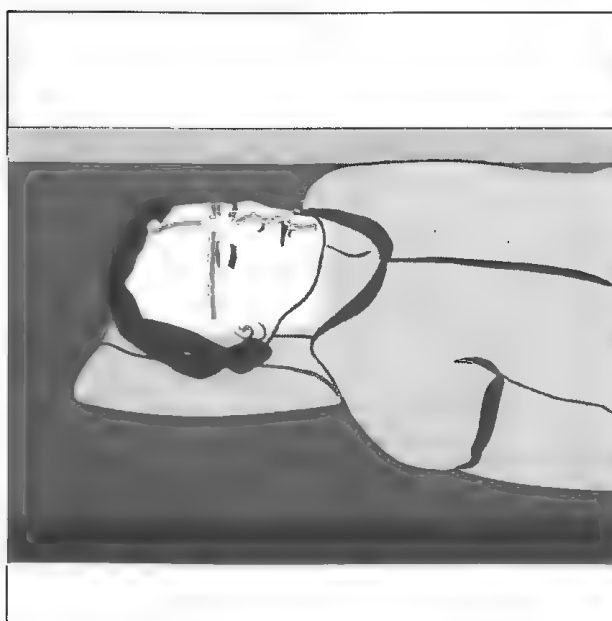


Figura 29 a. Poziționare

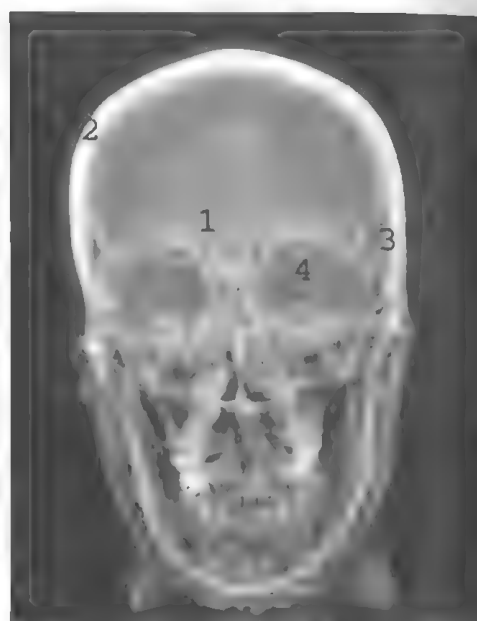


Figura 29 b. Radiografie craniu față

1. os frontal
2. os parietal
3. os temporal
4. orbită

2. Radiografia craniului de profil (fig. 30 a, b)

În această incidență oasele calotei craniene se vor suprapune cele de partea dreaptă cu cele de partea stângă, dar pot fi vizualizate, precum și șaua turcică.

Poziționare: pacientul în decubit ventral sau în ortostatism la stativul vertical, capul rotat lateral 90° cu planul mediosagital paralel cu caseta, se sprijină cu regiunea temporo-parietală pe mijlocul casetei. Antebrațul de partea spre care este întors capul, este flectat și se sprijină cu mâna pe placă. În decubit ventral craniul este menținut pe masă cu pumnul sub bărbie pentru a păstra paralelismul planului sagital al craniului cu masa, respectiv cu caseta.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră în mijlocul liniei ce unește unghiul extern al orbitei cu canalul auditiv extern (linia Reid), la 4 cm ventral de CAE.

Film 24/30 pe lat.

Distanța focus film: 70-100 cm.



Figura 30 a. Poziționare

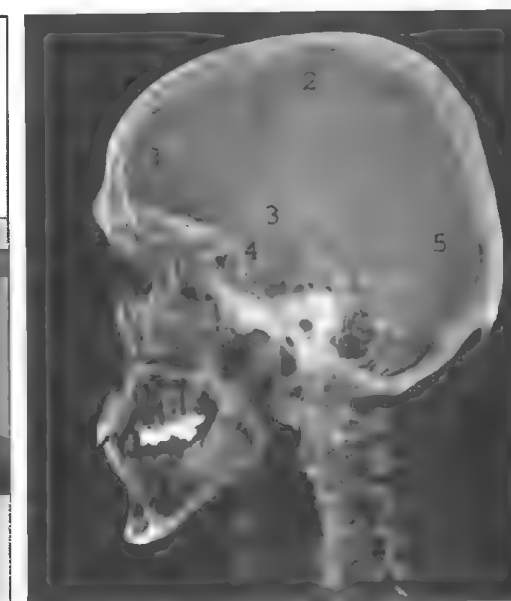


Figura 30 b. Radiografie craniu profil

1. os frontal
2. os parietal
3. os temporal
4. os sfenoid
5. os occipital

3. Radiografia craniului incidență axială (Hirtz) (fig. 31 a, b)

În această incidență pot fi vizualizate sinusurile etmoido-sfenoidale, atlasul, apofiza odontoidă, apofiza mastoidă, unele orificii ale bazei de craniu.

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, cu capul în hiperextensie, cu planul mediosagital perpendicular pe masa de examen, se sprijină cu vertexul pe mijlocul casetei (se așează saci de nisip sub coloana toracală la nivelul umerilor). Se poate realiza și în poziție șezândă, cu capul pe spate în extensie forțată.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră la mijlocul liniei ce unește cele 2 unghiuri ale mandibulei și iese prin vertex. Când posibilitățile de extensie ale pacientului sunt reduse, raza centrală se înclină caudo-cranial 10-15° pentru a ieși tot prin vertex.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

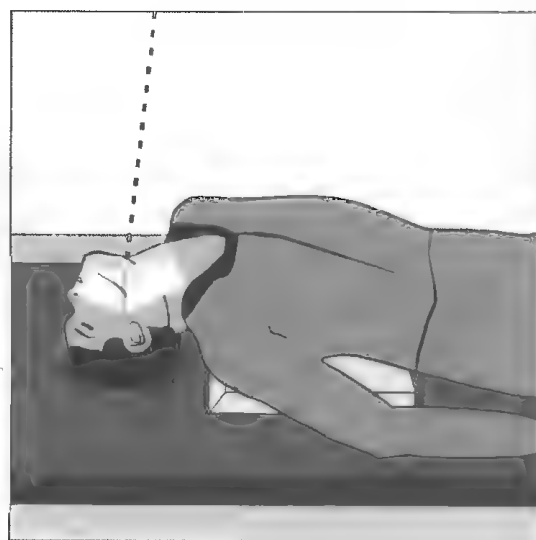


Figura 31 a. Poziționare

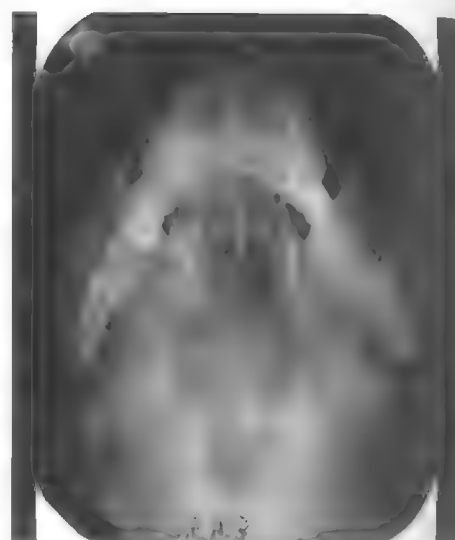


Figura 31 b. Radiografie

4. Radiografii în incidențe speciale

4.1. Radiografia pentru șaua turcească

Poziționare: pacientul în decubit ventral sau în ortostatism la stativ vertical, capul întors 90° cu planul mediosagital paralel cu caseta și se sprijină cu regiunea temporo-parietală pe mijlocul casetei. Antebrațul de partea care este întors capul, este flectat și se sprijină cu mâna pe placă. Este o radiografie în incidență de profil.

Centrare: raza centrală la 1-2 cm deasupra liniei Reid

Film 24/30 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

Este o poziționare, care nu aduce suficiente informații referitoare la șaua turcă și mai ales la glanda hipofiză și care, în mod normal, ar trebui înlocuită cu un examen de rezonanță magnetică dedicat.

4.2. Incidența Chausse (antro-adito-timpanală)

În perioada în care CT-ul nu era utilizat pe scară largă această incidență era utilizată pentru a evidenția structurile urechii medii, celulele mastoide și o parte a labirintului osos al urechii.

Poziționare: pacientul în decubit dorsal sau în ortostatism la stativ vertical, bărbia mult flectată în piept. Capul este ușor înclinat cu 10-15° spre partea opusă celei radiografiate.

Centrare: raza centrală în foseta temporală a regiunii de examinat. Se utilizează localizator cilindric.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

4.3. Incidența laterală pentru apofiza stiloidă

Poziționare: pacientul în decubit ventral, cu capul în profil perfect, planul mediosagital paralel pe casetă. Capul se sprijină pe casetă și are mentonul mult împins înainte, gura este deschisă.

Centrare: raza centrală dublu înclinată 10° cranio-caudal și 10° postero-anterior, intră în spatele gonionului de partea opusă.

Film 18/24 pe lat.

Distanța focus film: 1m.

Nici această poziționare nu mai este utilizată astăzi, în era CT-ului.

4.4. Incidența Stenwers (occipito-zigomatică) (fig. 32)

Este de asemenea o incidență cu valoare mai mult istorică, având în vedere utilizarea CT-ului. Această radiografie era folosită pentru a evidenția în primul rând conductul auditiv intern, dar și mastoida, precum și o parte a urechii medii.

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul înclinat lateral astfel încât planul mediosagital să formeze un unghi de 45° cu masa de examen. Capul se sprijină cu marginea orbitală superioară, nasul și osul zigomatic pe masă.

Centrare: raza centrală înclinată caudo-cranial 10-12° intră la 1-2 cm deasupra protuberanței occipitale externe și iese în mijlocul liniei ce unește unghiul extern al orbitei cu punctul auricular de partea examinată.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

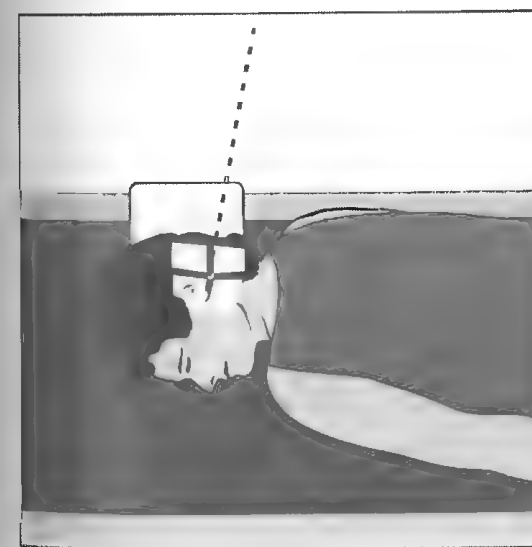


Figura 32. Poziționare

4.5. Radiografia regiunii petro-mastoidiene (temporo-timpanică, Schuller) (fig. 33)

Este o incidență utilizată în ORL, evidențiind celulele mastoide, precum și articulația temporo-mandibulară.

Poziționare: pacientul în decubit ventral cu capul în profil perfect (planul mediosagital paralel cu caseta), cu bărbia mult în piept se sprijină cu orificiul auditiv extern pe casetă la 2 cm superior de unghiul acesteia. Pavilionul urechii trebuie întors spre față.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal $25-30^\circ$, intră la 6-7 cm deasupra canalului auditiv extern al urechii dinspre tub și iese prin canalul auditiv extern de partea opusă.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.



Figura 33. Poziționare

4.6. Incidența pentru sinusurile anterioare ale feței (SAF) (fig. 34 a, b)

Este o incidență radiologică care pune în evidență sinusurile anterioare ale feței reprezentate de sinusul maxilar și sinusul frontal, putând evidenția și devierile de piramidă nazală. Mai poartă denumirea de incidență gură-nas.

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism sau în șezut cu fața la stativul vertical, capul în semiextensie, planul mediosagital perpendicular pe suport, iar gura larg deschisă, se sprijină pe suport în menton și vârful nasului. Palmele sunt așezate simetric de-o parte și de alta a capului.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal $10-15^\circ$, pătrunde prin vertex și iese în dreptul spinei nazale anterioare.

Film 18/24 sau 24/30 pe lung.

Distanța focus film: 1 m.



Figura 34 a. Poziționare



Figura 34 b. Radiografie SAF

4.7. Incidența semiaxială a masivului facial

Poziționare: pacientul în decubit ventral cu capul în extensie, bărbia împinsă înainte, gura închisă, planul mediosagital perpendicular pe film.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin vertex și iese în dreptul arcadei dentare inferioare.

Film 18/24 pe lat.

Distanța focus film: 1 m.

4.8. Incidența comparativă bilaterală pentru arcada zigomatică (May) (fig. 35)



Figura 35. Poziționare

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul în extensie forțată, bărbia mult împinsă înainte, sprijinindu-se pe caseta în 1/3 anterioară, astfel încât porțiunea cea mai proeminentă a fiecărei arcade să se proiecteze pe mijlocul casetei. Capul se înclină de partea opusă celei radiografiate (planul mediosagital înclinat cu 15°).

Centrare: raza centrală înclinată cu 30° cranio-caudal intră la jumătatea distanței dintre marginea inferioară a orbitei și canalul auditiv extern.

Film 18/24 pe lat (x2).

Distanța focus film: 1 m.

4.9. Incidența de profil a masivului facial

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul în profil perfect astfel încât planul mediosagital să fie paralel cu caseta. Proeminența malară trebuie să fie în mijlocul casetei. Mâna de partea dinspre caseta stă pe lângă corp, mâna opusă se sprijină cu palma pe masă.

Centrare: raza centrală dirijată vertical, intră la 2 cm anterior de canalul auditiv extern.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 1 m.

4.10. Incidența pentru orbite (fig. 36)

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, fruntea și nasul se sprijină pe masă/stativ (poziție frunte-nas). Planul mediosagital este perpendicular pe casetă.

Centrare: raza centrală se înclină la 45° cranio-caudal, intră prin vertex și iese prin nasion.

Film 18/24 pe lat.

Distanța focus film: 1 m.

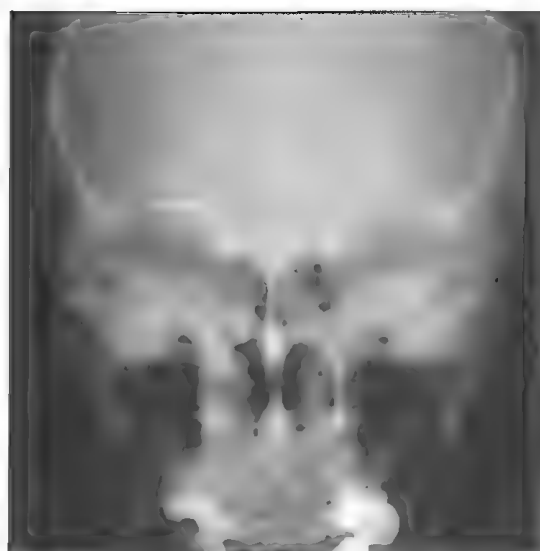


Figura 36. Radiografie orbite

4.11. Incidența de profil a oaselor nazale (figura 37 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, cu capul în profil perfect (plan mediosagital paralel cu caseta).

Centrare: raza centrală intră prin baza nasului. Se diafragmează câmpul de expunere până la 2 cm în fața nasionului.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 1 m.



Figura 37 a. Poziționare



Figura 37 b. Radiografie nas profil

4.12. Incidența oblică a mandibulei (fig. 38 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, capul în profil perfect se sprijină cu partea de radiografiat pe casetă, cu planul mediosagital paralel cu caseta și ramura orizontală a mandibulei pe mijlocul casetei.

Centrare: raza centrală se dirijează oblic-vertical pe casetă, caudo-cranial sub un unghi de 15°, tangent la marginea bazilară, la 1 cm anterior de unghiul mandibulei, prin ramul orizontal aflat pe casetă. Se efectuează incidențe separate pentru stânga și pentru dreapta.

Film 18/24 pe lat (x2).

Distanța focus film: 1 m.

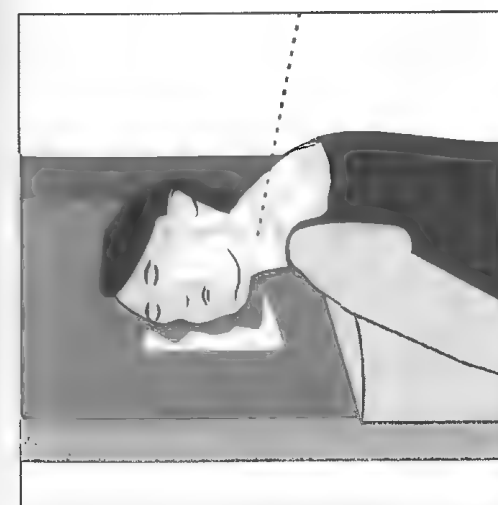


Figura 38 a. Poziționare

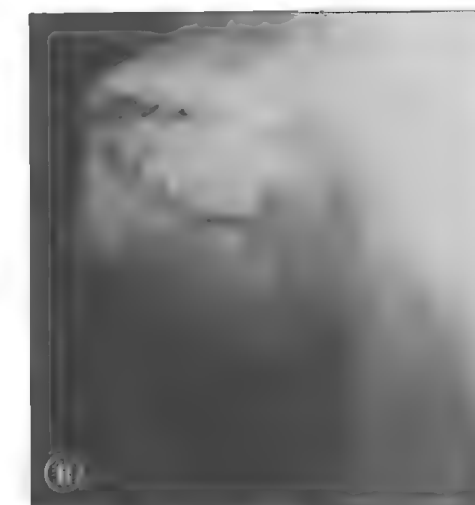


Figura 38 b. Radiografie ram mandibulă

4.13. Incidența pentru mandibulă de față (fig. 39)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, cu capul cu planul frontal paralel cu caseta, cu planul mediosagital perpendicular pe casetă, cu gura deschisă.

Centrare: raza centrală dirijată perpendicular pe casetă, printr-un plan care trece prin baza craniului și intră prin nasion.

Film 18/24 pe lat (x2).

Distanța focus film: 1 m.



Figura 39. Radiografie mandibulă de față

X.3.2. Examenul computertomografic (CT) al craniului

Apariția CT-ului a făcut ca majoritatea incidențelor speciale ale radiografiilor craniene să fie înlocuite cu această metodă, care aduce informații mult mai complete și mai exacte despre modificările la nivelul oaselor studiate, eliminând în același timp suprapunerile osoase întâlnite în cazul examenelor radiografice convenționale.

În plus CT-ul este metoda cea mai facilă de a stabili modificările apărute la nivelul structurilor interne ale cutiei craniene, în mod special de la nivelul encefalului. Astfel la momentul actual cu excepția radiografiilor în incidență craniu de față, craniu de profil, SAF, oase proprii piramidă nazală, restul incidențelor speciale de la nivelul craniului au fost practic înlocuite de examenul CT.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu capul în suportul special al aparatului astfel încât planul mediosagital să fie perfect perpendicular pe suport, fixarea capului se face cu ajutorul dispozitivelor din dotarea aparatului. Pacientul trebuie să stea cu mâinile întinse pe lângă corp.

Centrare: laserul orizontal să treacă prin meatul auditiv extern și încrucișarea razelor de ghidaj să se afle în vertex

Topograma: se realizează o topogramă laterală

Scanare: de la nivelul găurii occipitale la nivelul vertexului, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planurile de achiziție la nivel cranian pot fi în planul orbito-meatal, plan reprezentat de o linie care unește conductul auditiv extern cu partea mediană externă a orbitei, care necesită înclinarea gantry-ului sau se poate utiliza planul indiferent fără înclinarea tubului.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru encefal și una pentru os

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată (craniu, șa turcică, mastoidă, etc).

Examen CT sinusuri:

Este o poziționare specială în cadrul examenelor CT, datorită în special a patologiei sinusurilor anterioare și posterioare ale feței. Se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul capului și gâtului (cercei, coliere, proteze auditive, ochelari, proteze dentare mobile, etc.)

Poziționare: se culcă bolnavul pe masă în decubit ventral, cu capul în extensie maximă, sprijinit pe pernă în bărbie și mâinile întinse pe lângă corp cu capul în perna specială pentru examinarea capului

Centrare: se fixează capul astfel încât să fie centrat simetric pe pernă, cu planul mediosagital al bolnavului în axul mesei și planul frontal perpendicular pe pernă (fixarea capului se face numai cu ajutorul dispozitivelor din dotarea aparatului – curele, pernuțe de burete). Se centrează în gantry astfel încât laserele să se încrucișeze pe vârful nasului

Topograma: se realizează o topogramă laterală

Scanare: de la nivelul planșeului sinusului maxilar la tavanul sinusului frontal, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planul de achiziție este înclinat astfel încât să fie paralel cu planul sinusurilor.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan coronal.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru părți moi și una pentru os

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și axial 2D, precum și 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: sunt raportate la sinusuri.

X.3.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) al craniului

Explorarea IRM a structurilor craniene aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu capul în antena specială a aparatului astfel încât planul medio-sagital să fie perfect perpendicular pe suport, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: de la nivelul găurii occipitale la nivelul vertexului, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziția în plan axial la nivel cranian se poate face în planul orbito-meatal, plan reprezentat de o linie care unește conductul auditiv extern cu partea mediană externă a orbitei, care necesită înclinarea tubului, bicomisural care este o linie ce unește cele două comisuri sau se poate utiliza planul indiferent fără înclinarea tubului.

Achiziția în plan sagital este paralelă cu linia medio-sagitală a encefalului, iar cea în plan coronal este perpendiculară pe linia medio-sagitală a encefalului.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri, precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată (craniu, șa turcică, mastoidă etc).

Capitol XI

EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A COLOANEI VERTEBRALE

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XI.1. RADIOANATOMIA COLOANEI VERTEBRALE

Coloana vertebrală este alcătuită din cinci porțiuni și anume coloană cervicală, coloană toracală sau dorsală, coloană lombară și sacru, urmat de coccis.

Coloana cervicală din punct de vedere al staticii în mod normal are o curbură fiziologică de tip lordoză, cea toracală prezintă fiziologic un grad de cifoză, iar cea lombară are un grad de lordoză.

Coloana cervicală are în componența sa șapte vertebre, cea toracală are douăsprezece vertebre, cea lombară cinci, sacrul fiind format din patru-cinci corpi vertebrali care sunt sudați, iar coccisul are de asemenea 3-4 vertebre sudate. Osul sacrat face parte din componența oaselor bazinului din punct de vedere topografic, el articulându-se cu osul iliac formând articulațiile sacroiliace.

Indiferent de localizare, fiecare vertebră are în componență un corp vertebral, un arc vertebral și o gaură vertebrală.

Corpul vertebral are o formă cilindrică, este localizat în porțiunea anterioară a vertebrei și prezintă o față superioară și una inferioară.

Arcul vertebral este localizat în porțiunea postero-laterală a vertebrei și are în componență: pediculul, incizurile superioară și inferioară, acestea delimitând gaura vertebrală, procesele transverse, procesul spinos, procesele articulare superior și inferior, lama arcului vertebral.

Gaura vertebrală este delimitată de corpul și arcul vertebral, iar prin suprapunerea vertebrelor formează canalul spinal în interiorul căruia se găsește cordoanul medular spinal.

Prima vertebră cervicală poartă numele de atlas, iar cea de a doua axis. Atlasul este format din două mase laterale unite de arcuri. Axisul are o prelungire, dintele sau odontoida.

Între corpii vertebrali se află discurile intervertebrale, care sunt înconjurate în totalitate de un inel fibros.

XI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A COLOANEI VERTEBRALE

XI.2.1. Explorarea radiologică convențională

Radiografiile de coloană se execută de principiu pentru fiecare porțiune de coloană în parte, cele mai comune incidențe fiind de față și de profil, existând însă și incidențe speciale. Pentru a obține o calitate bună a radiografiei de coloană trebuie să fie îndepărtat orice obiect radioopac din aria de examinat, distanța focar-film să fie de 100-120 cm, iar când se folosește iotomatul, acesta să fie setat pe camera centrală.

1. Radiografia de atlas și axis (figura 40)

Acest tip de radiografie face parte din categoria celor speciale fiindcă se adresează doar unei vertebre sau două din regiunea cervicală a coloanei vertebrale.

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu spatele la stativ și gura deschisă. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală intră la marginea inferioară a arcadei dentare superioare, perpendicular pe stativ.

Film 18/24 în lung sau 24/30.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 40. Radiografie de atlas și axis

2. Radiografia coloanei cervicale

2.1. Radiografia coloanei cervicale incidența de profil (fig. 41 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu umerii trași caudal până la refuz și cu planul mediosagital paralel cu caseta. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit lateral pe masă, cu bărbia spijinită în pumn pentru a menține planul mediosagital al gâtului.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea mușchiului sternocleidomastoidian și perpendiculară pe stativ.

Film: 18/24 în lung sau 24/30.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 41 a. Poziționare

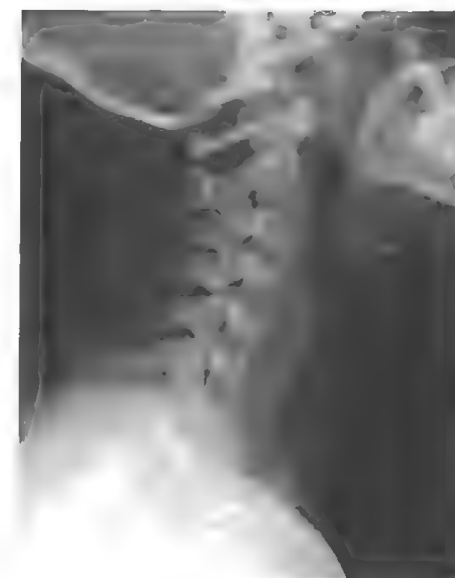


Figura 41 b. Radiografie coloană cervicală profil

2.2. Radiografia coloanei cervicale incidența de față (fig. 42 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism cu capul ușor în extensie și planul mediosagital perpendicular pe casetă. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea distanței dintre menton și furculița sternală, având direcție oblic ascendentă sau caudo-cranial în unghi de 15-20°.

Film 18/24 în lung sau 24/30.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 42 a. Poziționare



Figura 42 b. Radiografie coloană cervicală față

2.3. Radiografia coloanei cervicale incidența de trei sferturi (fig. 43 a, b)

Această incidență este realizată pentru a obține imaginea radiologică a găurilor de conjugare.

Poziționare: pacientul în ortostatism sau în poziție șezândă cu planul mediosagital realizând un unghi de 45° cu stativul.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea mușchiului sternocleidomastoidian, perpendiculară pe stativ.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

Radiografia se execută bilateral, succesiv.



Figura 43 a. Poziționare

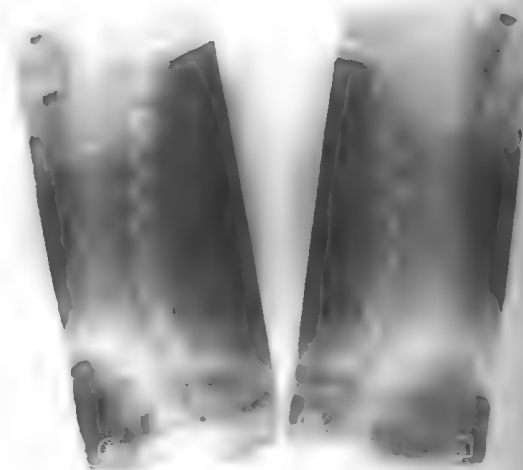


Figura 43 b. Radiografie coloana cervicală 3/4

3. Radiografia joncțiune cervico-toracală (poziția înotătorului) (fig. 44 a, b)

Această incidență este realizată pentru a obține imaginea radiologică a vertebrelor C7-T2.

Poziționare: pacientul în decubit lateral sau în poziție șezândă cu planul mediosagital paralel cu masa sau stativul. Membrul superior de partea casetei ridicat, cu antebrațul flectat pe braț, iar celălalt membru superior dat în spatele toracelui, cu umărul cât mai jos posibil.

Centrare: raza centrală intră la baza gâtului, perpendiculară pe casetă, la 1-2cm anterior de coloană.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

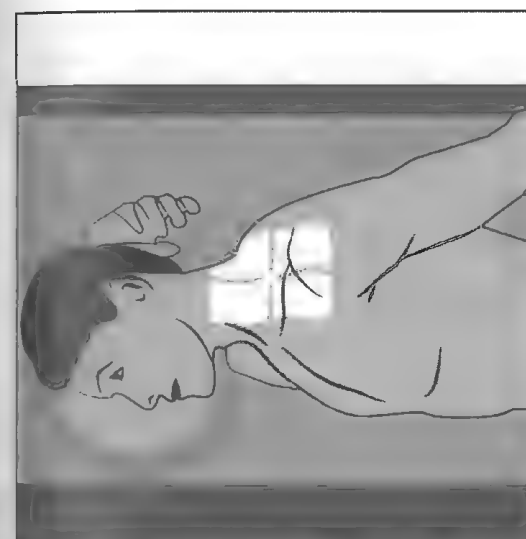


Figura 44 a. Poziționare



Figura 44 b. Radiografie poziția înotătorului

4. Radiografia coloanei toracale

4.1. Radiografia coloanei toracice de profil (fig. 45 a, b, c)

Poziționare: pacientul în ortostatism, brațele ridicate, mâinile pe cap. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit lateral pe masă.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe stativ, intră pe linia axilară posterioară, în dreptul vârfurilor scapulare (T8).

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 45 a, b. Poziționări – decubit, ortostatism

Figura 45 c.
Radiografie coloană
toracală profil

4.2. Radiografia coloanei toracice de față (fig. 46 a, b, c)

Poziționare: pacientul în ortostatism. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală intră pe linia mediană în dreptul apendicelui xifoid, perpendiculară pe stativ/masă. Atunci când exista o cifoză accentuată raza este înclinată cranio-caudal sau caudo-cranial cu 10-15° și se centrează la 2-3 cm sub sau deasupra apendicelui xifoid.

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 46 a, b. Poziționare – decubit, ortostatism

Figura 46 c.
Radiografie coloană
toracală față

5. Radiografia coloanei lombare

5.1. Radiografia coloanei lombare de profil (fig. 47 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu planul mediosagital paralel cu placa, cu brațele ridicate și mâinile pe cap. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit lateral pe masă.

Centrare: raza centrală intră la 5 cm deasupra crestei iliace și la un lat de palmă anterior de planul cel mai posterior al corpului. Pentru evidențierea regiunii lombare inferioare se centrează pe creasta iliacă.

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 47 a. Poziționare



Figura 47 b. Radiografie coloană lombară profil

5.2. Radiografia coloanei lombare de față antero-posterior sau postero-anterior (figura 48 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism cu planul mediosagital perpendicular pe casetă. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră la nivelul ombilicului sau pe apofiza spinosă L4 pentru poziția postero-anterioară (neindicată).

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

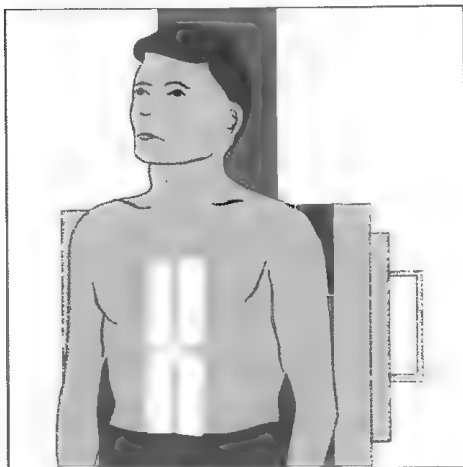


Figura 48 a. Poziționare



Figura 48 b. Radiografie coloană lombară față

6. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian

6.1. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de profil (fig. 49 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral și cu genunchii flectați.

Centrare: raza centrală intră la 2-3 cm deasupra pliului interfesier, la un lat de palmă anterior de planul posterior format de sacru.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

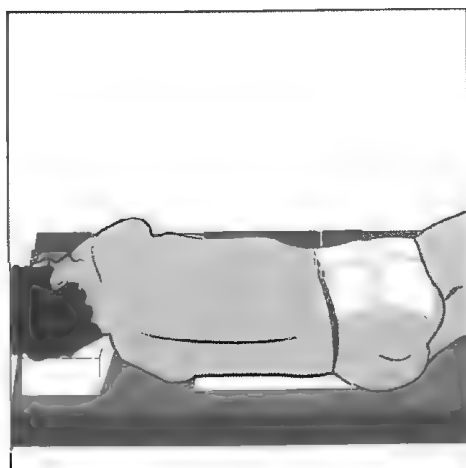


Figura 49 a. Poziționare



Figura 49 b. Radiografie sacro-coccigiană profil

6.2. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de față (fig. 50 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu genunchii flectați.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră cu 4-5 cm deasupra simfizei pubiene sau la nivelul simfizei în cazul în care sacru este mult angulat posterior. În cazul centrării pe simfiză raza centrală este înclinată oblic ascendent.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

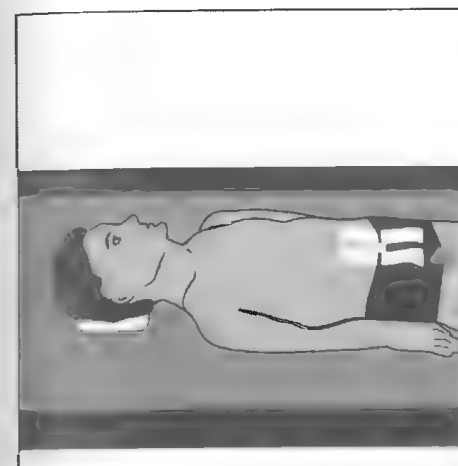


Figura 50 a. Poziționare



Figura 50 b. Radiografie sacro-coccigiană față

7. Mielografia

Este un examen radiologic care a fost abandonat odată cu apariția metodelor moderne care permit investigația coloanei vertebrale. Acest tip de examen consta în administrarea de substanță de contrast iodată la nivel intratecal, efectuarea unei basculări a pacientului pe masa de scopie și realizarea de radiografii la diferite grade de înclinare a corpului pentru a obține informații despre eventuale compresii de diverse naturi asupra rădăcinilor nervoase sau asupra cordonului medular.

XI.2.2. Examenul computertomografic (CT) al coloanei vertebrale

Examenul CT al coloanei vertebrale are în zilele noastre indicații limitate având în vedere existența explorării prin rezonanță magnetică.

Practic acest tip de examen se efectuează doar în condițiile unui traumatism grav, care necesită un timp de examinare scurt și care să poată da informații despre

eventualele traiecte de fractură și alte modificări osoase. CT-ul se mai utilizează în condițiile în care un pacient are contraindicații de IRM.

Poziționare: pentru examinarea coloanei cervicale pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu capul în suportul special al aparatului astfel încât planul mediosagital să fie perfect perpendicular pe suport, fixarea capului se face cu ajutorul dispozitivelor din dotarea aparatului; pacientul trebuie să stea cu mâinile întinse pe lângă corp. Pentru examinarea coloanei toracale sau lombare pacientul este așezat pe masă, cu capul în orice suport, astfel încât planul mediosagital al corpului să fie perpendicular pe masă, iar mâinile dacă este posibil sunt ridicate deasupra capului.

Centrare: laserul orizontal să treacă la jumătatea distanței dintre menton și furculița sternală pentru o examinare a coloanei cervicale, pe linia mediană în dreptul apendicelui xifoid pentru examinarea coloanei dorsale și la nivelul ombilicului pentru coloana lombară; pentru examinarea regiunii sacro-coccigiene laserul intră cu 4-5cm deasupra simfizei pubiene sau la nivelul simfizei.

Topograma: se realizează o topogramă laterală.

Scanare: se face în funcție de regiunea examinată, corect fiind ca achiziția să se facă cu unghiuri de înclinare pentru fiecare cuplu de vertebre; inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru părți moi și una pentru os

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată.

CT-ul poate realiza cu administrarea de substanță de contrast la nivel intratecal mielografie, în care pot fi studiate rădăcinile nervoase postemergență.

XI.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a coloanei vertebrale

Explorarea IRM a coloanei vertebrale aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune, atât în ceea ce privește structurile osoase, cât și discurile intervertebrale, cordonul medular și sistemul ligamentar. Dezavantajul major îl constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul, când este vorba de o examinare a coloanei cervicale, se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu gâtul în antena specială a aparatului astfel încât planul medio-sagital să fie perfect perpendicular pe suport, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să

stea nemișcat. Când este vorba de coloana toracală sau lombară se utilizează antenele specifice, care diferă în funcție de aparat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială.

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: se scanează un segment de coloană vertebrală, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziția în plan sagital este paralelă cu linia mediosagitală a corpului, iar cea în plan coronal este perpendiculară pe linia mediosagitală a coloanei. Achiziția în plan axial se face paralel cu fiecare cuplu de două vertebre, cu înclinarea aferentă.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri, precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată și de patologia investigată.

IRM-ul poate realiza fără administrarea de substanță de contrast mielografie, în care pot fi studiate rădăcinile nervoase postemergență, precum și eventualele compresii asupra cordonului medular.

Capitol XII

EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A TORACELUI

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XII.1. RADIOANATOMIA TORACELUI

Toracele conține cutia toracică, care este alcătuită din scheletul toracic și părțile moi parietale toracice, pulmonul, mediastinul, cordul care din punct de vedere topografic aparține mediastinului și diafragmul.

Scheletul toracic este format din următoarele oase: coloana vertebrală toracală, sternul, coastele, claviculele și omoplații.

Părțile moi parietale toracice sunt formate din mușchi, glanda mamară și țesut grăsos subcutanat.

Pulmonul este alcătuit din căi aeriene, structuri pentru schimburile respiratorii, țesut de susținere.

Pulmonul drept are două scizuri (oblică și orizontală) care îl împart în trei lobi: superior format din trei segmente, mediu cu două segmente și lobul inferior format din cinci segmente.

Pulmonul stâng are o singură scizură (oblică) care îl împarte în doi lobi, cel superior format din patru segmente și inferior alcătuit tot din patru segmente.

Mediastinul conține structurile vasculare, căile respiratorii superioare, ganglioni, țesut grăsos și cordul.

Cordul este alcătuit din patru cavități, atriul stâng, atriul drept, ventriculul stâng și ventriculul drept.

Diafragmul este o structură musculo-aponevrotică, care separă cavitatea toracică de cea abdominală, care radiografic apare ca o cupolă convexă înspre cranial și care se racordează cu peretele toracic în unghi ascuțit lateral, este mobil cu mișcările respiratorii, iar hemidiafragmul drept este situat mai cranial decât cel stâng.

XII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A TORACELUI

XII.2.1. Explorarea radiologică convențională

Pentru a se realiza o radiografie de bună calitate a toracelui trebuie ca bolnavul să fie dezbrăcat până la centură, să se îndepărteze orice obiect radioopac din aria de examinat, se face o inspecție a toracelui (starea musculaturii, aspectul sânilor, prezența unor tumori, cicatrice) și se utilizează iontomatul și grila antidifuzoare.

1. Radiografia sternului

1.1. Radiografia sternului de față în incidența postero-anterioară cu raza centrală oblică (fig. 51)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, toracele perpendicular pe axul mesei, capul privind lateral, membrele superioare de-a lungul toracelui, iar sternul să fie plasat în mijlocul casetei.

Centrare: raza centrală înclinată 45° oblic dinafară înăuntru, intră la 8 cm la dreapta sau la stânga linie mediane la nivelul vertebrei T5 și iese prin mijlocul sternului. Radiografia se efectuează în apnee.

Film 24/30 pe lung, cu marginea superioară la 2 cm deasupra manubriului sternal.

Distanța focar film 1m.

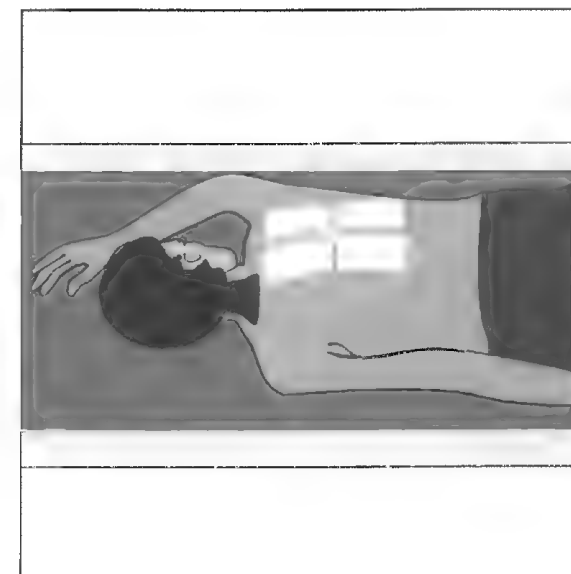


Figura 51. Poziționare

1.2. Radiografia sternului de profil (fig. 52 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism, planul mediosagital perfect paralel cu caseta, membrele superioare trase în spate.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, tangentă la marginea anterioară a sternului în dreptul treimii medii. Se expune în apnee.

Film 24/30 în lung cu marginea superioară situată la 3 cm deasupra manubriului sternal.

Distanța focar film 1-1,2 m.



Figura 52 a. Poziționare



Figura 52 b. Radiografie stern profil

2. Radiografia de torace osos

2.1. Radiografia toracelui osos de față (grilaj costal)

Poziționare: pacient în ortostatism, cu toracele aplicat pe stativul aparatului, planul frontal fiind perfect paralel cu caseta și planul mediosagital perpendicular pe casetă.

Bărbia se sprijină pe marginea superioară a stativului. Mâinile fixate pe șolduri, cu coatele împinse ventral.

Bolnavii în stare gravă se pot expune și în decubit dorsal, caz în care membrele superioare se ridică deasupra capului.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la intersecția planului mediosagital cu linia ce unește unghiurile inferioare ale omoplaților.

În poziționarea în decubit raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Film 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film 1,5 m.

2.2. Radiografia toracelui osos de profil

Poziționare: pacient în ortostatism, planul sagital perfect paralel cu caseta, planul frontal perpendicular pe casetă.

Membrele superioare ridicate deasupra și în spatele capului cu mâinile încrucișate la ceafă, coatele împinse înainte, umerii împinși înapoi.

Centrare: raza centrală intră pe linia axilară medie, la nivelul vertebrelor T5-T6.

Film: 30/40 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește regiunea axilară cu 4 cm.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Distanța focar film: 1,5 m.

3. Explorarea radiologică a plămânilor, cordului și mediastinului

3.1. Radiografia pulmonară de față incidența postero-anterioară (fig. 53 a, b)

Poziționare: pacient în ortostatism, cu toracele aplicat pe stativul aparatului, planul frontal fiind perfect paralel cu caseta și planul mediosagital perpendicular pe casetă. Bărbia se sprijină pe marginea superioară a stativului. Mâinile fixate pe șolduri, cu coatele împinse ventral.

Bolnavii în stare gravă se pot expune și în decubit dorsal, caz în care membrele superioare se ridică deasupra capului.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la intersecția planului mediosagital cu linia ce unește unghiurile inferioare ale omoplaților.

În poziționarea în decubit raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund. În situația în care medicul radiolog cere se poate realiza radiografia și în apnee în expir.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.

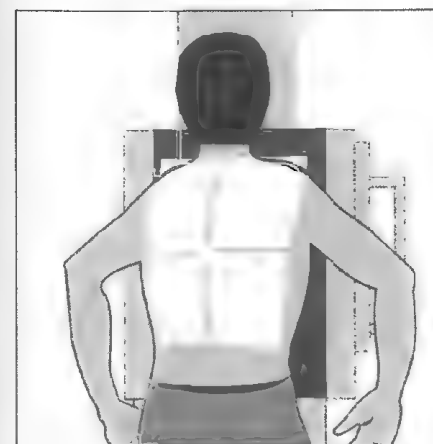


Figura 53 a. Poziționare

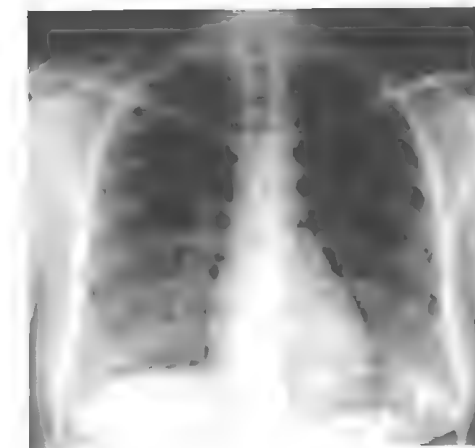


Figura 53 b. Radiografie toracică față

3.2. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară

Poziționare: *Variantă (la bolnavii care nu pot menține poziția de ortostatism):* în șezut pe un scaun fără spătar, cu spatele lipit de stativ, planul frontal fiind perfect paralel cu caseta și planul mediosagital perpendicular pe casetă. Mâinile fixate pe șolduri, cu coatele împinse ventral.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul sternului.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8m.

3.3. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară, în decubit dorsal (fig. 54)

Această incidență este rezervată exclusiv bolnavilor în stare gravă, care nu pot fi ridicați nici măcar în șezut.

Poziționare: pacient în decubit dorsal, cu planul frontal perfect paralel cu masa. Membrile superioare se ridică deasupra capului dacă starea pacientului o permite; de principiu brațele se lasă paralel cu toracele pentru a nu supune pacientul la o poziționare ce poate cauza stării lui generale.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală.

Expunerea se face în apnee, dacă pacientul este cooperant.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.

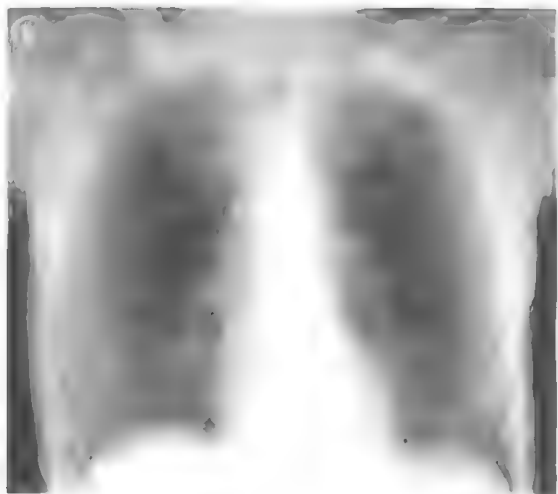


Figura 54. Radiografie toracică în decubit dorsal

3.4. Radiografia pulmonară de profil (fig. 55 a, b)

Poziționare: pacient în ortostatism, planul sagital perfect paralel cu caseta, planul frontal perpendicular pe casetă. Membrile superioare ridicate deasupra și în spatele capului cu mâinile încrucișate la ceafă, coatele împinse înainte, umerii împinși înapoi.

Bolnavii în stare gravă se pot expune și în decubit lateral, caz în care membrele superioare se ridică deasupra capului.

Centrare: raza centrală intră pe linia axilară medie, la nivelul vertebrelor T5-T6.

Film: 30/40 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește regiunea axilară cu 4 cm.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.



Figura 55 a. Poziționare



Figura 55 b. Radiografie toracică de profil

3.5. Radiografia pulmonară în incidențe oblice (fig. 56)

Poziția subiectului:

- OAD - umărul drept în contact cu stativul, cel stâng înapoi cu o rotație variabilă (30 grade)

- OAS - umărul stâng în contact cu stativul, cel drept înapoi cu o rotație variabilă (30°)

- OPD - umărul drept sprijinit pe stativ, dar cu spatele la acesta

- OPS - umărul stâng sprijinit pe stativ, dar cu spatele la acesta

Brațul apropiat de casetă se ridică deasupra capului.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Distanța focar film: 1,5m.



Figura 56. Radiografii pulmonare în incidențe oblice

3.6. Radiografia pulmonară de față în decubit lateral, cu rază orizontală

Poziționare: pacient în decubit lateral stâng, membrele superioare deasupra capului

Variante în funcție de starea pacientului:

- cu caseta în stativul vertical și pacientul pe targă mobilă lipit cu spatele de stativ
- cu caseta perpendiculară pe masa de radiologie, lipită de spatele bolnavului

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul sternului

Expunerea se face în apnee, în inspir profund, dacă pacientul este cooperant.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea depășește cranial părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.

3.7. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară, pentru vârfurile pulmonare (fig. 57 a, b)

Această incidență este rezervată exclusiv pacienților suspecionați de leziuni apicale pulmonare greu vizibile pe radiografia toracică de față în incidență standard. Este deci o procedură radiologică complementară și nu este indicată ca gerst diagnostic de primă intenție.

Poziționare: pacient așezat cu porțiunea superioară a spatelui sprijinită de stativ, astfel încât câmpurile superioare să fie sub un unghi de 20-30° față de planul stativului. Membrele superioare se ridică deasupra capului dacă starea pacientului o permite.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală, la aproximativ ½ distanță între marginea superioară a manubriului și apendicele xifoid.

Expunerea se face în apnee, dacă pacientul este cooperant.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8m.



Figura 57 a. Poziționare

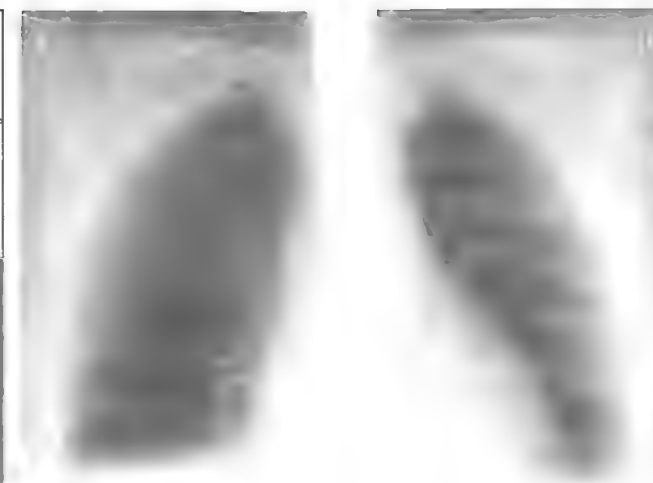


Figura 57 b. Radiografie vârfuri pulmonare

XII.2. Examenul computertomografic (CT) a toracelui

Examenul CT al toracelui are avantajul de a evidenția deodată toate structurile existente de la căi aeriene, plămâni, mediastin și cord într-o singură scanare. Pentru a se efectua un examen corect trebuie ținut cont de următoarele condiții: se montează perna pentru examinarea trunchiului, se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus, se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul toracelui și gâtului (coliere, piercing-uri etc.).

Poziționare: pacientul se așează pe masă în decubit dorsal, cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele. Se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa.

Centrare: laserul orizontal să treacă pe linia axilară posterioară, iar laserul vertical trece prin cartilajul tiroid (la aproximativ la 5cm cranial de furca sternală).

Topograma: se realizează o topogramă de față.

Scanare: se face fără înclinarea gantry-ului, de la nivelul furculiței sternale până la nivelul unghiurilor costofrenice laterale, cu secțiuni contigue; inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se efectuează folosind injectomatul.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial, în inspir profund.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru plămân și una pentru mediastin.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D.

Grosimea secțiunilor: depinde de patologia pacientului.

XII.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a toracelui

Explorarea IRM a toracelui aduce informații în ceea ce privește părțile moi, scheletul toracic, structurile mediastinale și cordul. Explorarea plămânului nu face obiectul unui examen IRM. Dezavantajul major îl constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal astfel încât planul mediosagital să fie perfect perpendicular pe suport, utilizându-se antena body. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat și să respecte comenzile respiratorii. Se pot utiliza dispozitive care să permită scanarea doar în momentele de apnee sau în care cordul prezintă funcție diastolică, cunoscute sub numele de trigger.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială, similar cu cea de la CT.

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: se scanează întreg toracele de la furculița sternală, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziția în plan sagital este paralelă cu linia mediosagitală a corpului, iar cea în plan coronal este perpendiculară pe linia mediosagitală a toracelui. Achiziția în plan axial se face perpendicular pe planul mediosagital.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri, precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

Grosimea secțiunilor: depinde de patologia investigată.

Capitol XIII

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI DIGESTIV

Ana Magdalena Bratu, A.P. Purcărea

XIII.1. RADIOANATOMIA APARATULUI DIGESTIV

Aparatul digestiv este compus din totalitatea organelor care îndeplinesc funcția de digestie și absorbție a alimentelor, în alcătuirea sa intrând tubul digestiv și organele anexe (ficat, căi biliare și pancreas).

Pornind de la cavitatea bucală tractul digestiv cuprinde: faringele, esofagul, stomacul, intestinul subțire, intestinul gros și anusul.

Deoarece cavitatea bucală și faringele îndeplinesc și funcția de căi respiratorii, conform Nominei Anatomice prin tract digestiv se înțelege doar esofagul, stomacul, intestinul subțire și intestinul gros.

1.1. Noțiuni de anatomie radiologică a tubului digestiv

Toate organele tubului digestiv au o structură histologică comună fiind alcătuite din:

- seroasă
- musculară
- submucoasă
- mucoasă.

Organele intraperitoneale pot avea în locul seroasei învelișul peritoneal.

Mucoasa tubului digestiv este intens plicaturată, determinând pliuri a căror orientare este dată de structura ei și funcțiile pe care le îndeplinește.

Pliul are ca substrat morfologic orientarea fibrelor din tunica musculară.

Tunica musculară este alcătuită din două sau trei straturi de fibre dispuse longitudinal, oblic sau circular, în funcție de tipul segmentului de tub digestiv. Submucoasa este sediul structurilor limfatice, vasculare și nervoase.

Esofagul este un conduct musculomembranos ce realizează legătura între faringe și stomac.

Are o lungime de aproximativ 25 cm, proiectându-se cu extremitatea superioară în dreptul cartilajului cricoid (vertebra C6) și extremitatea inferioară la nivelul cardiei în dreptul vertebrei T11.

Pe traiectul său ușor oblic care străbate ultima porțiune a regiunii cervicale, mediastinul posterior, diafragma și regiunea imediat subdiafragmatică, esofagul descrie un număr de inflexiuni, atât în plan frontal cât și sagital, intrând în raport direct cu o serie de viscere, care determină o serie de strâmtoări la nivelul lui.

Aceste strâmtoări sunt:

- strâmtoarea faringo-esofagiană – numită și strâmtoarea cricoidiană, corespunde gurii esofagului (gura lui Killian);
- strâmtoarea (amprenta) aortică – proiectată aproximativ în dreptul corpului vertebral T4, determinată de raportul direct pe care fața lateral stângă a esofagului îl are cu crosa aortei la acest nivel;
- strâmtoarea bronșică – situată imediat caudal de cea aortică, este determinată de raporturile bronhiei principale stângi cu esofagul
- strâmtoarea diafragmatică – proiectată cam în dreptul vertebrei T10, la cca. 2 cm lateral de linia mediană, reprezintă locul în care esofagul intră în raport direct cu hiatusul esofagian.

Anatomic esofagului i se descriu 4 porțiuni:

- cervicală, cuprinsă între polul inferior al faringelui și apertura toracică
- toracică, cuprinsă între apertura toracică și diafragm
- diafragmatică, reprezentând porțiunea de esofag care străbate diafragma
- abdominală, cuprinsă între diafragm și stomac la nivelul cardiei.

Din punct de vedere radiologic se descriu doar 3 porțiuni, lipsind porțiunea diafragmatică care nu se poate evidenția ca atare.

Stomacul, porțiunea cea mai dilatată a tubului digestiv este un organ intraperitoneal localizat în etajul supramezocolic al abdomenului, fiind acoperit în cea mai mare parte de ficat și diafragm.

Ocupă cea mai mare parte a epigastrului și hipocondrului stâng. Are o lungime de aproximativ 25 cm și o capacitate de 1200-1500 ml.

La subiecții normostenici, în ortostatism, stomacul are forma literei „J”, cu o porțiune mai lungă verticală, situată la stânga liniei mediane și o porțiune mai scurtă, orizontală.

Între porțiunea verticală și cea orizontală se formează un unghi, numit unghiul gastric care este întotdeauna ascuțit.

Punctul cel mai cranial al stomacului se află imediat sub hemidiafragma stângă, iar punctul cel mai caudal la aproximativ 3-4 cm deasupra crestei iliace.

Porțiunea verticală se subîmparte în fornix și corpul gastric. Limita de separație între aceste două părți o constituie planul care trece prin cardie.

Porțiunea orizontală este cuprinsă între planul care trece prin unghiul gastric și pilor. Ea se subîmparte în antrul prepiloric și canalul piloric, urmat de pilorul propriu-zis.

Stomacului i se descriu clasic două fețe, una ventrală și una dorsală și două curburi: curbura mică și curbura mare.

Pilorul este porțiunea terminală a stomacului. El este un canal strâmt, de aproximativ 1-3cm lungime și un diametru de aproximativ 1cm; conține sfîcterul piloric, care circumscrie orificiul piloric. În mod normal el se proiectează în centrul bazei bulbului duodenal. Datorită mobilității segmentului, poziția pilorului depinde de gradul de repleție gastrică.

Intestinul subțire este porțiunea tubului digestiv cuprinsă între stomac și intestinul gros.

Are o lungime medie de 5-6 m, cu un calibru de cca. 3-4 cm în porțiunea inițială și de 2-3cm la capătul distal. Este împărțit în trei segmente: duoden, jejun, ileon.

Duodenul este prima porțiune a intestinului subțire; duodenul este fix, fiind acoperit ventral de peritoneul parietal posterior.

Pe traiectul său, duodenul formează trei flexuri. El pornește oblic ascendent dinspre ventral spre dorsal și dinspre caudal spre cranial până în dreptul colului veziculei biliare unde formează genunchiul superior.

Această porțiune poartă numele de bulb duodenal sau duodenul I.

Bulbul duodenal are o formă triunghiulară cu baza spre pilor și vârful spre genunchiul superior; este singura parte mobilă a duodenului și i se descriu două curburi care continuă curburile gastrice astfel încât marginea superioară se numește curbura mică, iar marginea inferioară se numește curbura mare. Între cele două margini se delimitează două fețe una ventrală și una dorsală.

Bulbul duodenal se continuă cu duodenul descendent sau DII, care are un traiect vertical dinspre cranial spre caudal și care vine în contact direct cu regiunea cefalică pancreatică. În porțiunea sa cea mai caudală formează o altă flexură numită genunchi inferior, după care se continuă cu porțiunea orizontală a duodenului sau DIII.

Duodenul orizontal se continuă cu o parte ascendentă, ultima a duodenului sau DIV; aceasta se va continua cu jejunul la nivelul flexurii duodeno-jejunale cunoscută și sub numele de unghi Treitz.

Jejunul și ileonul sunt porțiunile mobile, intraperitoneale ale intestinului subțire, ce continuă duodenul.

Jejunul reprezintă 3/5 din intestinal subțire, iar restul de 2/5 este reprezentat de ileon. Ultima ansă ileală se deschide pe față medială a cecului prin valva ileocecală a lui Bauhin.

Intestinul gros constituie ultima porțiune a tubului digestiv. Are o lungime de aproximativ 1,6 m și un calibru variabil, în funcție de gradul de repleție, tonicitate și segment, având valori cuprinse între 3-3,5 cm la nivelul sigmoidului distal și de 7 cm la nivelul colonului transvers.

Anatomic, intestinul gros se împarte în: cec, colon (ascendent, transvers, descendent, sigmoid) și rect.

Colonul ascendent, transversul și descendentul prezintă pe lungimea lor dilatații numite haustre, delimitate de îngustări transversale, corespunzând plicilor semilunare ale colonului.

Între colonul ascendent și cel transvers există o flexură numită unghi hepatic colonic, iar între colonul transvers și cel descendent se formează flexura cunoscută ca unghi splenic colonic.

Ultima porțiune a intestinului gros, rectul, este organ extraperitoneal care vine în raport anterior cu vezica urinară la bărbat și cu uterul la femeie.

Rectul străbate perineul și se deschide la exterior prin anus. Are două porțiuni: ampula rectală și canalul anal. Ampula rectală are aspect piriform.

1.2. Noțiuni de anatomie radiologică a glandelor anexe

a. Ficatul

Ficatul este cel mai voluminos viscer. Este un organ glandular cu funcții multiple și importante în cadrul economiei generale a organismului; ficatul este un organ metabolic deosebit de important.

El intervine în metabolismul intermediar al glucidelor, proteinelor și lipidelor; detoxifică organismul, transformând unele substanțe toxice în compuși nenocivi pe care îi elimină.

Ficatul este un organ foarte vascularizat; este cel mai greu viscer. Cântărește în medie la omul viu 1.200-1.500 g, este cu 500-700 g, uneori cu 900 g, mai greu din cauza sângelui pe care îl conține.

Ficatul este un organ intraperitoneal, asimetric. Cea mai mare parte a lui (aproximativ trei pătrimi) se găsește în jumătatea dreaptă a abdomenului și numai restul (o pătrime) se găsește în jumătatea stângă. El corespunde deci hipocondrului drept, epigastrului și unei părți din hipocondrul stâng.

Ficatului i se descriu două fețe: **una inferioară**, viscerală și **alta superioară**, diafragmatică. Fețele sunt separate în partea anterioară printr-o margine inferioară, totdeauna bine exprimată. În partea posterioară, cele două fețe se continuă una cu cealaltă.

La exterior ficatul apare format din doi lobi, unul drept și unul stâng. Separația lor este indicată pe față diafragmatică a organului prin inserția ligamentului falciform. Acest ligament este situat în planul medio-sagital al corpului, astfel încât lobul drept e mult mai voluminos decât lobul stâng.

Fața viscerală. Pe această față se găsește o regiune deosebit de importantă și anume hilul hepatic.

Fața este plană și privește în jos, înapoi și spre stânga. Se continuă cu porțiunea posterioară a feței diafragmatice.

Fața diafragmatică privește în sus și înainte, de aceea se numește față superioară. Ea este acoperită pe cea mai mare întindere de peritoneu, cu excepția porțiunii sale posterioare care aderă strâns la diafragm.

Această față diafragmatică este convexă și se ascunde în cea mai mare parte sub cupola diafragmatică.

Suprafața superioară este delimitată de diafragm, de care este fixat prin ligamentele peritoneale.

Suprafața inferioară numită și viscerală cuprinde **hilul hepatic** care este format din artera hepatică, vena portă și calea biliară principală.

Vena portă (VP) este structura de referință, astfel că la dreapta și anterior de ea se află canalul hepatic comun, iar la stânga artera hepatică; foșeta veziculei biliare se află anterior de hil, iar vena cavă inferioară este în contact intim cu lobul caudat, situată posterior.

Ficatul are o împărțire în 2 lobi, lobul drept și lobul stâng, și 8 segmente, fiecare segment prezintă flux arterial și venos, precum și flux biliar.

Separația între lobul drept și lobul stâng este realizată de un plan ce trece prin vena hepatică medie și vena cava inferioară, care corespunde axului foșetei veziculare.

Lobul drept conține patru segmente și anume V, VI, VII și VIII, lobul stâng conține segmentele II, III și IV, iar segmentul I este cunoscut sub numele de lob caudat.

b. Pancreasul

Este un organ de 70-100 g, situat în spațiul pararenal anterior, posterior de peritoneul parietal posterior.

Pancreasul este un organ retroperitoneal și median, situat transversal, oblic în sus și la stânga care se proiectează între corpii vertebrali T12-L2.

El este alcătuit din mai multe porțiuni și anume:

- cap, care are 7 cm înălțime și 3 cm grosime; la polul său inferior se află procesul uncinat

- corp

- coadă, care se efilează progresiv în direcția splinei, unde nu măsoară mai mult de 2 cm înălțime și grosime

- istm, care reprezintă porțiunea care face legătura între cap și corp.

Dimensiunile pancreasului variază în funcție de vârstă, fiind mai mari sub 30 ani și scad la bătrâni prin procesul fiziologic de atrofie.

Raporturile pancreasului

Capul pancreasului este înscris în cadrul duodenal, posterior de bulb, în contact cu duodenul descendent lateral și porțiunea orizontală a duodenului în partea sa inferioară cu care se racolează de peritoneul parietal posterior pentru a forma fascia lui Treitz.

Trunchiul spleno-mezaraic este situat posterior de capul pancreasului și anterior de vena cavă inferioară.

Raportul esențial al regiunii cefalice pancreatice este reprezentat de coledoc, care descrie traiectul său terminal retro- și intrapancreatic înainte de a se vărsa în ampula Vater, deasupra terminației canalului Wirsung.

Istmul este identificat fiind situat anterior de vena mezenterică superioară.

Pancreasul stâng este conținut în mezogastrul posterior, venind în raport cu rinichiul stâng și glanda suprarenală stângă.

Coda pancreasului vine în raport cu hilul splinei; ea este posterior de porțiunea inferioară a corpului stomacului.

Corpul pancreasului vine în raport cu antrul gastric de care este separat prin bursa omentală.

XIII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI DIGESTIV

XIII.2.1. Explorarea radiologică convențională

În cazul explorării aparatului digestiv radiologic convențional se utilizează două tipuri de examinări:

1. examenul radiografic fără substanță de contrast
2. examen radiologic cu substanță de contrast, care este de fapt o examinare fluoroscopică.

1. Examenul radiografic fără substanță de contrast

Acesta reprezintă un examen de primă intenție, care poate și este utilizat în condiții de urgență, dar care nu oferă prea multe informații.

În ceea ce privește organele parenchimatoase, respectiv cele două glande anexe ale tubului digestiv poate aprecia eventuale calcificări prezente pe aria de proiecție a acestora.

Dacă ne referim la opacitatea hepatică pe aria lui de proiecție se mai pot vizualiza eventuale hipertransparențe sau nivele hidroaerice, ce traduc de obicei existența unei infecții. Tot raportat la ficat, acesta fiind individualizat ca o opacitate se poate măsura cu aproximație diametrul lui cranio-caudal.

În ceea ce privește tubul digestiv singurele informații pe care le putem obține de la această metodă sunt prezența sau nu a unei obstrucții complete, ceea ce traduce o ocluzie intestinală și prezența sau nu a aerului patologic la nivel peritoneal sau retroperitoneal, traducând o perforație de lumen digestiv, exprimată prin existența unui pneumoperitoneu sau a unui retropneumoperitoneu.

Acest tip de examinare poartă numele generic de **radiografie abdominală simplă sau pe gol**.

Examenul radiologic al abdomenului pe gol

1.1. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism (fig. 58 a, b) este poziționarea standard și oferă cele mai multe informații pe care le poate oferi o astfel de examinare.

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu spatele lipit de stativul vertical

Centrare: pe linia mediană, la jumătatea distanței dintre ombilic și apendicele xifoid. Raza centrală orizontală.

Încadrare: casetă 35/43 cm pe lung

Distanța focar-film: 1 m.



Figura 58 a. Poziționare



Figura 58 b. Radiografie abdominală pe gol în ortostatism. Cele două săgeți indică diafragmele

1.2. Radiografia abdominală pe gol în decubit lateral, cu raza orizontală (fig. 59 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral stâng pe targă, cu spatele lipit de stativul vertical

Centrare: pe linia mediană, la jumătatea distanței dintre ombilic și apendicele xifoid. Raza centrală orizontală.

Încadrare: casetă 35/43 cm pe lat

Distanța focar-film: 1 m.

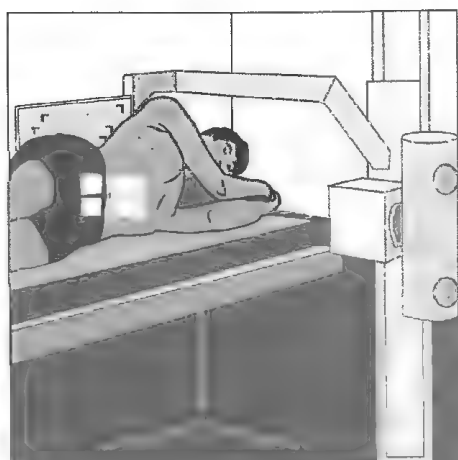


Figura 59 a. Poziționare

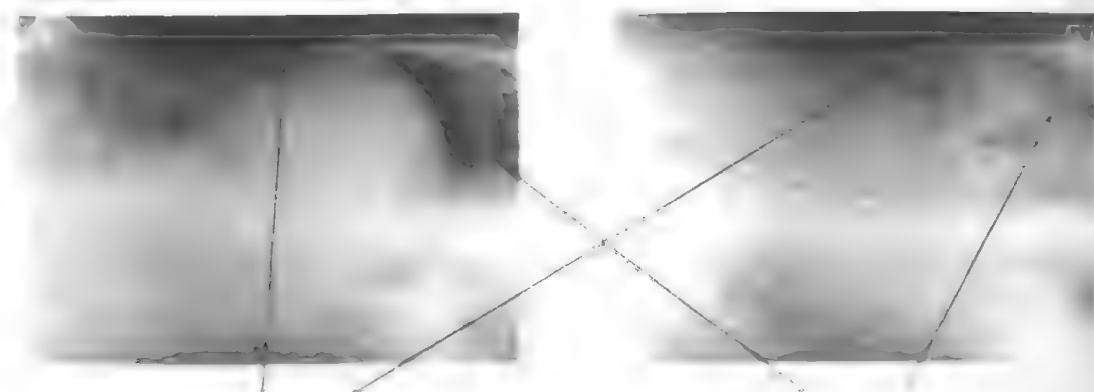


Figura 59 b. Radiografie abdominală în decubit lateral cu rază orizontală.
Săgețile indică diafragmele

1.3. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism de profil (este o incidență complementară).

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu flancul drept lipit de stativul vertical

Centrare: pe linia axilară medie, pe marginea rebordului costal lateral. Raza centrală orizontală.

Încadrare: casetă 35/43 cm sau 30/40 cm pe lung

Distanța focar-film: 1m.

2. Examen radiologic cu substanță de contrast

Acest tip de examen radiologic este de elecție pentru studiul modificărilor de la nivelul tubului digestiv. Când ne referim la modificări de tub digestiv ne referim la modificări funcționale și morfologice care pot afecta oricare din segmentele tubului digestiv.

Prin modificări funcționale înțelegem una sau mai multe din următoarele:

- modificări de tonus
- modificări ale peristalticii

- modificări ale secreției
- modificări de tranzit
 - modificări de umplere
 - modificări de evacuare.

Prin modificări morfologice înțelegem una sau mai multe din următoarele tipuri de leziuni:

- modificări de poziție
- modificări de mobilitate
- modificări de dimensiune
- modificări de contur
- modificări de formă
- modificări ale reliefului de mucoasă

Aceste două mari grupe de tipuri de leziuni sunt în corelație directă unele cu celelalte, adică unele le determină pe celelalte și nu sunt decelate singure. Aceste modificări practic se pot întâlni la toate segmentele de tub digestiv.

Examenul radiologic cu substanță de contrast pentru tubul digestiv utilizează substanțe de contrast care fie se administrează per os, fie prin clismă, niciodată prin injectare intravasculară (vezi capitol substanțe de contrast). Acest tip de substanțe de contrast sunt, în funcție de tipul de contrast pe care-l realizează, pozitive (bariu, substanțe hidrosolubile), negative (aer) sau dublu contrast.

Tehnica explorării fluoroscopice

Pregătirea oricărui tip de explorare fluoroscopică impune următorii pași care trebuie realizați și anume:

- Se examinează documentele medicale ale pacientului și se ia o anamneză succintă pentru a determina tipul de substanță de contrast care va fi administrată.
- Se instruește pacientul să urmeze îndrumările verbale ale medicului examinator.
- Se îndepărtează toate obiectele radioopace din aria de examinat.
- Dacă pacientul este de sex feminin și are vârsta cuprinsă între 12 și 50 de ani se face ancheta de sarcină.

2.1. Tehnica explorării fluoroscopice a faringelui

Examinarea se face cu masa basculantă în poziție verticală.

Pentru incidența de față pacientul se poziționează în ortostatism, cu spatele lipit de planul mesei, capul drept, privirea drept înainte și bărbia ușor ridicată.

Pentru incidența de profil pacientul se poziționează în ortostatism, cu planul medio-sagital perfect paralel cu masa, cu capul drept și privirea înainte. Pe toata durata examinării pacientul va ține recipientul cu substanță de contrast buvabilă în mâna stângă.

Inițial se examinează fluoroscopic regiunea gâtului fără substanță de contrast, atât de față cât și de profil.

Apoi pacientul este instruit să umple gura cu substanță de contrast și să înghită doar la comanda medicului examinator.

Se examinează succesiv în incidență de față și de profil. În ambele incidente se urmărește întregul ciclu al deglutiției. Efectuarea de incidente suplimentare oblice este la latitudinea medicului examinator.

Examinarea se încheie cu explorarea esofagului până la cardia, în ambele incidente.

Acest tip de examinare la momentul actual a devenit practic istorie, odată cu apariția și dezvoltarea tomografiei computerizate și a imagisticii prin rezonanță magnetică, care oferă informații net superioare unui examen radiologic cu substanță de contrast privind modificările existente la nivelul structurilor faringiene, precum și extensia lor.

2.2. Tehnica explorării fluoroscopice a esofagului

Examinarea se face cu masa basculantă în poziție verticală.

Pentru incidența de față pacientul se poziționează în ortostatism, cu spatele lipit de planul mesei, capul drept, privirea drept înainte, cu membrele superioare pe lângă corp.

Pentru incidența de profil pacientul se poziționează în ortostatism, cu planul medio-sagital perfect paralel cu masa, cu capul drept și privirea înainte, cu membrele superioare deasupra capului.

Examenul începe prin a se examina fluoroscopic mediastinul fără substanță de contrast, atât de față cât și de profil, pentru a decela eventuale leziuni ce contraindică administrarea de substanță de contrast per os sau pentru a alege tipul de substanță de contrast ce urmează a fi administrată.

Apoi pacientul este instruit să umple gura cu substanță de contrast și să înghită doar la comanda medicului examinator.

Se examinează succesiv în incidența de față și de profil, urmărind progresia bolului de substanță de contrast pe toata lungimea organului și tranzitul prin cardia. Efectuarea de incidente suplimentare oblice este la latitudinea medicului examinator.

2.3. Tehnica explorării fluoroscopice a stomacului și duodenului

Cantitatea minimă de substanță de contrast necesară pentru acest tip de examinare este de 400 ml.

Examinarea se începe cu masa basculantă în poziție verticală.

Se poziționează pacientul în ortostatism, cu spatele lipit de masă, cu membrele superioare pe lângă corp.

Se începe cu vizualizarea abdomenului pe gol pentru a decela eventuale modificări ce contraindică administrarea de substanță de contrast per os sau pentru a alege tipul de substanță de contrast ce urmează a fi administrată.

Apoi pacientul este instruit să bea o gură mare (40-50 ml) de substanță de contrast (examinare în strat subțire). Se urmărește progresia bolului de contrast în treimea distală a esofagului, tranzitul prin cardia, opacifierea stomacului și tranzitul prin canalul piloric până la bulbul duodenal.

Când bolul de contrast a ajuns la nivelul bulbului duodenal se instruește pacientul să ridice membrele superioare deasupra capului și să pivoteze (în ortostatism, lent, cu tot corpul) întâi în profil drept și apoi în profil stâng. Este la latitudinea medicului examinator dacă utilizează și incidente oblice.

După examinarea în ortostatism se culcă masa și se examinează stomacul cel puțin în decubit dorsal, decubit lateral drept și decubit ventral.

Apoi se ridică masa în poziție verticală și pacientul este instruit să bea întreaga cantitate de contrast rămasă (examinarea în repleție completă). Se examinează din nou în ortostatism de față și în profil drept și stâng.

Se culcă din nou masa și se examinează stomacul și duodenul cel puțin în decubit dorsal, decubit lateral drept, decubit lateral stâng și decubit ventral. Examinarea se va prelungi până când se opacifiează întregul duoden până la unghiul Treitz și prima ansă jejunală.

În cazul în care se urmărește evidențierea unui reflux gastro-esofagian se utilizează și poziția Trendelenburg.

Se expune cel puțin un film (35/35 sau 35/43 cm) care să cuprindă imaginea de ansamblu a stomacului și duodenului și (dacă este cazul) un film centrat pe leziunea descoperită, alegerea incidente fiind la latitudinea medicului examinator.

În cazul aparatelor digitale se achiziționează câte o imagine instantanee în fiecare poziție de examinare, atât în strat subțire, cât și în repleție și cel puțin o imagine cu leziunea principală bine evidențiată.

2.4. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului subțire

Cantitatea minimă de substanță de contrast necesară pentru acest tip de investigație este de 700 ml.

Examinarea se începe cu masa basculantă în poziție verticală.

Se poziționează pacientul în ortostatism, cu spatele lipit de masă, cu membrele superioare pe lângă corp.

Se începe cu vizualizarea abdomenului pe gol, din aceleași motive ca și la precedentele examinări.

Apoi pacientul este instruit să bea întreaga cantitate de substanță de contrast într-un timp cât mai scurt. Se urmărește în ortostatism pasajul bolului de contrast de la pilor până la unghiul Treitz, apoi se culcă masa și se urmărește pasajul intestinal până la valvula ileo-cecală, utilizând succesiv decubitul dorsal, lateral, ventral și orice incidente oblice necesare pentru a vedea traiectul și morfologia tuturor anselor.

Având în vedere marile variații anatomice și fiziologice ale acestui segment digestiv, poziționarea dinamică a bolnavului nu poate fi standardizată, ci este la latitudinea medicului examinator.

2.5. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului gros (irigografie)

Cantitatea minimă de substanță de contrast necesară pentru acest tip de investigație este de 1 litru.

Examinarea se face exclusiv cu masa basculantă în poziție orizontală.

Se poziționează pacientul în decubit lateral, se introduce canula anală, apoi se întoarce pacientul în decubit dorsal și se verifică pe gol poziția canulei (canula trebuie să fie cu axul lung în planul medio-sagital al pacientului, iar vârful canulei trebuie să se proiecteze pe osul sacrum la același nivel cu simfiza pubiană). Dacă poziționarea canulei nu este corectă se ajustează înainte de introducerea substanței de contrast.

Introducerea substanței de contrast se face gradual, folosind numai curgerea gravitațională (pomparea activă este permisă exclusiv cu aparatură specializată).

Se răsuțește bolnavul în diverse poziții de decubit pentru a vizualiza progresiv și pe toată circumferința toate segmentele intestinului gros până la valvula ileo-cecală.

Examinarea în repleție se încheie numai după ce substanța de contrast a ajuns în ultima ansă ileală.

După examinarea în repleție pacientul este îndrumat la toaletă să evacueze bariul, apoi revine pentru examinarea în dublu contrast. Aceasta se face fie cu 1-2l de apă introdusă pe canula anală folosind o tehnică similară cu cea utilizată la introducerea bariului, fie prin insuflare de aer (care necesită obligatoriu un dispozitiv de pompare specializat).

După umplerea intestinului gros cu aer/apă până la nivelul cecului inclusiv, se examinează peretele intestinal pe toată lungimea organului (de la rect până la cec), folosind toate tipurile necesare de decubit.

XIII.2.2. Examenul computertomografic (CT) a aparatului digestiv

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, lateral sau ventral în funcție de afecțiunea urmărită.

1. CT abdomen în decubit dorsal:

Pentru a efectua un astfel de examen trebuie obligatoriu efectuați următorii pași:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus și se coboară linia chilotului până la nivelul simfizei pubiene
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului
- se culcă bolnavul pe masă, în decubit dorsal cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele
- se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin linia axilară medie, iar laserul vertical prin mijlocul sternului (pe linia bimamelonară)
- în cazul administrării de sc iv, injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului
- înainte de a se poziționa pacientul, i se administrează acestuia fie apă, fie substanță de contrast hidrosolubilă diluată pentru a se opacifica tubul digestiv, în funcție de patologia acestuia, într-o cantitate de 500-1000ml.

2. CT abdomen în decubit ventral:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus și se coboară linia chilotului până la nivelul simfizei pubiene
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului
- se culcă bolnavul pe masă în decubit ventral, cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele
- se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin linia axilară medie, iar laserul vertical pe linia ce unește vârfurile scapulelor
- în cazul administrării de s.c. i.v., injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului

3. CT abdomen în decubit lateral:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus și se coboară linia chilotului până la nivelul simfizei pubiene
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului
- se culcă bolnavul pe masă în decubit lateral (stâng sau drept, la indicația medicului examinator), cu o mână sub cap și cealaltă întinsă deasupra capului și cu picioarele în semiflexie pentru a oferi pacientului cea mai stabilă și comodă poziție fără a bloca culisarea mesei în gantry
- linia axilară medie va fi aliniată cu axul mesei și planul mediosagital perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin planul mediosagital (mediosternal) al bolnavului, iar laserul vertical să fie la nivelul mamelonului
- în cazul administrării de s.c. i.v., injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului.

Topograma: se realizează o topogramă frontală, eventual și una laterală.

Scanare: de la nivelul domului hepatic până la nivelul creștelor iliace, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se efectuează folosind injectomatul.

Pacientul trebuie să stea nemișcat și să respecte comenzile respiratorii.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial, de preferat este achiziția în mod spiral.

Ferestre de achiziție: cel puțin una pentru organele parenchimatoase.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depinde de pacient și de patologia acestuia.

XIII. 2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a aparatului digestiv

Explorarea IRM a structurilor aparatului digestiv aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune, dar informațiile sunt superpozabile examenului CT. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu abdomenul poziționat în antena tip body, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat și să respecte comenzile respiratorii.

Centrare: se face la nivelul indicat de antenă

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: a abdomenului, de la nivelul domului hepatic până la nivelul creștelor iliace, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital și coronal), precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depinde de pacient și de patologia acestuia.

Capitol XIV

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI UROGENITAL

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XIV.1. NOȚIUNI DE RADIOANATOMIE APARAT UROGENITAL

Aparatul urogenital este format din aparatul reno-urinar și aparatul genital, care diferă în funcție de sexul pacientului.

1. Aparatul reno-urinar la rândul lui este alcătuit din cei doi rinichi și căile urinare, care sunt intrarenale și extrarenale.

Rinichii sunt organe pereche localizați la nivelul retroperitoneului. Ei sunt înveliți de fascia perirenală care:

- are două foițe una anterioră și alta posterioară
- aceste două foițe fuzionează lateral delimitând loja renală sau spațiul perirenal
- spațiul perirenal se găsește între capsula renală și fascia perirenală
- spațiul perirenal conține:
 - rinichii
 - glandele suprarenale
 - pediculul renal
 - bazinetul
 - porțiunea înaltă a ureterelor
- integritatea fasciei perirenale limitează extensia la nivel renal a proceselor patologice de vecinătate.

Spațiul perirenal:

- este închis cranial și lateral
- medial este delimitat de aortă și vena cavă inferioară și nu există comunicare între porțiunea dreaptă și cea stângă.

La exteriorul spațiului perirenal se găsește spațiul pararenal, anterior și posterior.

Spațiul pararenal anterior:

- este delimitat posterior de fascia perirenală
- comunică în porțiunea caudală cu spațiul pararenal posterior ceea ce permite extensia proceselor patologice dinspre anterior spre posterior.

Rinichii au forma unei boabe de fasole și o orientare oblică în cele trei planuri și anume:

- dinspre cranial spre caudal
- dinspre medial spre lateral
- dinspre anterior spre posterior

Dimensiunile normale ale rinichilor sunt, în cele trei dimensiuni, următoarele:

- longitudinal: 8-12 cm
- transversal: 6-7 cm
- antero-posterior: 3-4 cm

În mod normal rinichii sunt situați între vertebrele T12 – L3, cu variații, iar rinichiul stâng este situat mai cranial decât cel drept.

Cranial de rinichi se află glandele suprarenale, posterior de ei pilierii diafragmatici și mușchiul pătrat lombar, anterior de rinichi se află la dreapta ficatul și la stânga splina, iar medial de rinichi sunt mușchii psoași.

Căile urinare, numite și sistem excretor cuprind:

- sistemul pielocaliceal, format din:
 - calice
 - bazinet
- uretere
- vezică urinară
- uretră

Sistemul excretor radiologic se pune în evidență doar după administrarea de substanță de contrast intravenos.

Sistemul pielocaliceal este alcătuit dinspre periferie spre hil din:

- cupe caliceale
 - tije caliceale minore
 - tije caliceale majore
 - în număr de trei
 - converg către bazinet
- bazinet cunoscut și sub numele de pelon

Ureterele în mod normal se evidențiază doar pe segmente, datorită peristalticii, având aspect fuziform și se descriu 3 porțiuni:

1) lombară:

- de la jonctiunea pieloureterală până la aripa iliacă
- traiect aproape paralel cu coloana
- situat anterior de mușchiul psoas

2) iliacă:

- suprapus peste oasele iliace
- traiect ușor lateralizat

3) pelvină:

- se termină pe fața posterioară a vezicii urinare
- are traiect medial

Vezica urinară (VU) se proiectează suprapubian, are o formă variabilă în funcție de gradul de umplere, volumul ei maxim normal este de 500 ml și în mod normal nu are reziduu postmicțional.

Cele mai importante raporturi ale vezicii urinare sunt cu:

- uterul, care este situat posterior față de VU
- anexele, care sunt situate postero-lateral față de VU
- prostata și veziculele seminale sunt situate caudal de VU.

Uretra diferă în funcție de sex, fiind diferită la femei față de bărbați.

1. Uretra feminină este scurtă, de doar 3-4cm, ea este situată anterior și superior de vagin și cel mai frecvent se explorează prin clișeu micțional care este un timp tardiv al urografiei intravenoase (UIV).

2. Uretra masculină este mai lungă și are 2 porțiuni și anume:

- posterioară – uretra prostatică și membranoasă
- anterioară – uretra bulbară și peniană

2. Aparatul genital feminin este alcătuit din organe genitale externe, vagin, uter și anexe uterine, care cuprind ovarele, trompele uterine și ligamentele uterine.

Vaginul este un organ cavitat care se întinde de la colul uterin la vulvă. Lungimea sa este variabilă între 7 și 9 cm. Canalul vaginal este turtit antero-posterior, încât i se pot distinge un perete anterior ce vine în raport cu vezica urinară și cu uretra și un perete posterior, ce vine în raport cu rectul și fundul de sac peritoneal, Douglas.

Limita extremității inferioare a vaginului este formată de membrana himenală care se rupe la primul contact sexual. Prin extremitatea superioară, vaginul se inseră pe colul uterin, înconjurând porțiunea vaginală a colului.

Uterul este un organ muscular, cavitat, nepereche, așezat în mijlocul bazinului mic, între vezică și rect. Are rolul de a primi în cavitatea sa ovulul fecundat, să-l protejeze, să-l hrănească în timpul dezvoltării sale și să-l elimine la exterior când a ajuns la maturitate.

Uterul are formă de pară, extremitatea superioară care este mai lată, din care pleacă trompele uterine se numește corp uterin, iar cealaltă extremitate, inferioară, mai strâmtă se numește col uterin (cervix). Între corp și col se află o porțiune numită istm.

Uterul este turtit antero-posterior și prezintă prin urmare două fețe, una anterioară care vine în raport cu vezica urinară și este separată de aceasta prin fundul de sac vezico-uterin și una posterioară, care vine în raport cu rectul de care o separă fundul de sac recto-uterin. Are de asemenea două margini laterale, una dreaptă și cealaltă stângă.

Dimensiunile uterului la femeia care nu a născut (nulipară) sunt de 18 cm lungime, 4 cm lățime și 2-2,5 cm grosime; la multipare, uterul are 8-9 cm lungime, 5-6 cm lățime și 3 cm grosime.

Ovarele sunt glande pereche, cu dublă funcție excretorie. Ele determină caracterele sexuale principale și secundare ale femeii și au rol deosebit în construcția endocrină a acesteia. Sunt situate în interiorul abdomenului, în cavitatea pelvină, de o parte și de alta a uterului. Ele sunt fixate pe organele vecine prin ligamente țesute acoperite de peritoneu.

Congenital, ovarele se dezvoltă în regiunea lombară și coboară în bazin. Ele pot să nu coboare, sau pot coborî mai mult ajungând în canalul inghinal sau labiile mari, determinând o poziție ectopică.

Au formă ovoidă, cu lungime de 3-5 cm, lățime 3 cm, grosime 1-2 cm, greutate de 6-8 g, volumul lor variază cu vârsta (pubertate, adolescență, senescență) și cu starea fiziologică (preovulație, ovulație, sarcină).

Trompele uterine sunt în număr de două, una dreaptă și una stângă, situate de o parte și de alta a uterului. Au formă de trompetă și reprezintă conductul situat între uter și ovar, fiecare dintre ele având o lungime de 10-12 cm.

3. Aparatul genital masculin este alcătuit din organe genitale externe reprezentate de penis, testicol, scrot, organe genitale interne, reprezentate de epididim, căi spermatic, funicul spermatic, uretra și glande anexe adică vezicule seminale, glande bulbo-uretrale și prostata.

Penisul prezintă o porțiune perineală, rădăcina penisului și o porțiune liberă, corpul penisului, care se termină cu o parte mai voluminoasă, numită gland. Penisul are o formă cilindrică ce are o față superioară, torsum penis și una inferioară, uretrală.

Penisul este așadar format din aparat erectil și învelișuri. Penisul de asemenea are corpi cavernoși, corpul spongios al uretrei și învelișurile penisului, formate din piele.

Scrotul reprezintă tot un organ genital masculin extern care are forma unui săculeț și în care sunt localizate testiculele. Așadar, scrotul este situat sub penis și este de asemenea puternic vascularizat. Funcția scrotului este aceea de a proteja testiculele, astfel încât pielea scrotului este groasă și însoțită de un strat muscular.

Testiculele sunt organe importante pentru fiziologia aparatului genital masculin. Testiculele sunt localizate în scrot, fiind situate în bursele scrotale și au o formă ovoidă, de dimensiunile unor nuci, cu 5 cm lungime și 3 cm lățime, și o greutate medie de 30 grame. Testiculul este un organ pereche, având funcție de spermatogeneză și funcție endocrină, aceea de secretaie a hormonului androgen, testosteronul. Testiculele sunt organe deosebit de importante pentru copulație și pentru reproducere.

Epididimul este de fapt un organ alungit, alcătuit din unirea canalelor aferente ale testiculului. Acest canal are rolul de a produce lichidul spermatic și de asemenea de a maturiza spermatozoizii. Canalele spermatică sunt de fapt conducte de eliminare a spermilor și lichidului spermatic, și pot fi intratesticulare sau extratesticulare. Canalul deferent continuă canalul epididimar și are o lungime de 5 cm, pleacă de la coada epididimului, terminându-se la baza prostatei, prin porțiunea ampulară (mai dilatată), care se unește cu ductul excretor, al veziculei seminale, formându-se ductul ejaculator care străbate prostata și se deschide în uretra prostatică, la nivelul colicului seminal.

Uretra este unul din cele mai importante canale, fiind de fapt conducta prin care se elimină lichidul spermatic în ejaculare. Uretra pornește de la vezică, străbate prostata și se termină în orificiul extern.

Veziculele seminale au rolul de a participa prin lichidul lor de secreție la formarea lichidului seminal.

Ele sunt organe pereche, localizate anterior și cranial de prostată. Anterior de ele se află porțiunea fundică a vezicii urinare, posterior este rectul, medial sunt localizate ampulele canalelor deferente.

Au o formă conică cu baza către cranial și vârful spre caudal. Prezintă o lungime de 5 cm și o grosime de 5 mm.

Prostata are o funcție exocrină și este un organ glandular fiind situat în jurul porțiunii inițiale ale uretrei, produsul de secreție participând la formarea spermei.

Prostata este localizată în cavitatea pelviană, cuprinsă între vezica urinară (cranial), rect (posterior), perineu (caudal) și simfiza pubiană (anterior).

Uretra străbate prostata în mod vertical, iar cele două canale ejaculatoare o străbat oblic, deschizându-se în uretra prostatică.

Prostata are forma unui con turtit, cu vârful îndreptat în jos și înainte, având o bază, un vârf, o față anterioară și o față superioară.

XIV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI UROGENITAL

XIV.2.1. Explorarea radiologică convențională

În radiologia convențională explorarea aparatului urogenital este împărțită în metode de explorare a aparatului urinar, care indirect, prin poziția anatomică, dau informații și despre o parte a componentelor aparatului genital, atât la femei, cât și la bărbați și metode de explorare a aparatului genital feminin, respectiv histerosalpingografia.

1. Examenul radiologic al aparatului urinar

Această examinare începe întotdeauna cu radiografia reno-vezicală simplă, urmată sau nu de urografia intravenoasă, cu timpii ei.

Timpul tardiv al urografiei intravenoase este timpul cistografic, urmat de cel micțional care are rolul de a evidenția uretra, indiferent de sexul pacientului.

Examinarea vezicii urinare, care poartă numele de cistografie poate fi efectuată și singular, înafara urografiei intravenoase, la fel se poate întâmpla și cu explorarea uretrei.

1.1. Radiografia reno-vezicală simplă (RRVS) (fig. 60 a, b)

Acest tip de radiografie are rolul de a evidenția în principal existența eventualelor calculi radioopaci pe aria de proiecție a aparatului reno-urinar, precum și existența eventuală a altor calcificări adiacente aparatului reno-urinar. De asemenea se mai pot evidenția umbrele renale și se pot suprapune calculii de la nivelul colecistului pe aria de proiecție a rinichiului drept.

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, cu membrele superioare pe lângă corp.

Centrare: raza centrală intră pe linia mediană, la nivelul ombilicului.

Expunerea se face în apnee, după expirație.

Film: 30/40 sau 35/43 cm pe lung.

Distanța focar-film: 1 m.

Incidența de profil: se face similar cu radiografia de profil a coloanei vertebrale lombare și are rolul de a departaja calculii radioopaci de la nivelul colecistului de cei de la nivelul rinichiului drept.

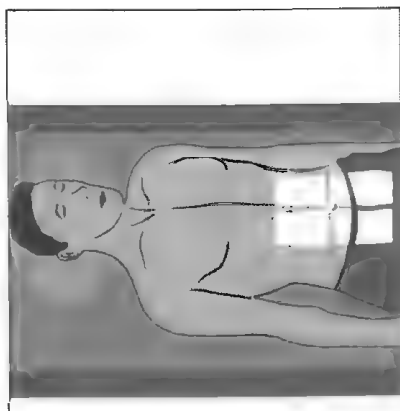


Figura 60 a. Poziționare

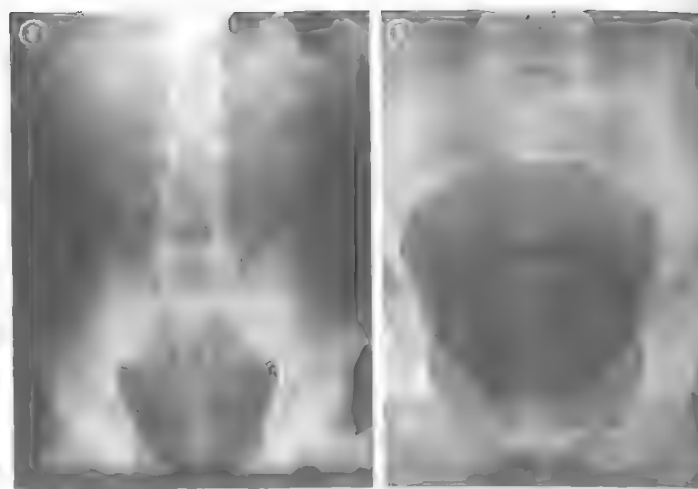


Figura 60 b. RRVS și radiografia VU pe gol

1.2. Urografia intravenoasă (UIV) (fig. 61)

Este o metodă radiologică care urmează RRVS-ului. Această metodă impune injectarea de substanță de contrast iodată, hidrosolubilă pacientului intravenos. Cantitatea de substanță de contrast care se injectează depinde de greutatea pacientului, fiind de 1-1,5 ml/Kgcorp, cu aceleași precauții cu cele generale (vezi capitol substanțe de contrast).

Pentru a fi corect efectuată urografia intravenoasă are o serie de timpi, care de principiu sunt aleși de medicul radiolog. Aceștia sunt în mare timpul nefrografic, ce reprezintă funcția secretorie a rinichilor, considerat ca fiind efectuat la maxim 3-5 min de la injectarea substanței de contrast, urmat de timpii urografici, care depind de afecțiunile pacientului și de funcția excretorie a rinichiului. La finalul urografiei intravenoase se efectuează un clișeu cu vezica plină (cistografic), urmat sau nu de unul micțional, după care se mai efectuează un clișeu postmicțional la nivelul vezicii urinare. Acesta din urmă se efectuează după ce pacientul a urinat complet, pentru a se stabili dacă în vezica urinară postmicțional rămâne sau nu reziduu.



Figura 61. Secvență urografică

Secvențele urografice în decubit dorsal:

Se expun în aceeași poziție, cu aceeași centrare, pe același tip de film și cu aceeași distanță focus-film ca și RRVS.

Secvențele urografice în decubit ventral:

Poziționare: pacientul în decubit ventral, cu membrele superioare pe lângă corp.

Centrare: raza centrală intră pe linia mediană, la nivelul apofizei spinose L4.

Film: 30/40 sau 35/43 cm pe lung.

Distanța focar-film: 1 m.

1.3. Cistografia în incidență antero-posterioară (fig. 62 a,b,c)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu membrele superioare pe lângă corp, membrele inferioare în extensie, călcâiele distanțate la 10 cm, planul frontal paralel cu caseta.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe masă intră la intersecția liniei care unește spinele iliace antero-superioare cu linia mediană.

Film 24/30 pe lat.

Distanța focar-film: 1 m.

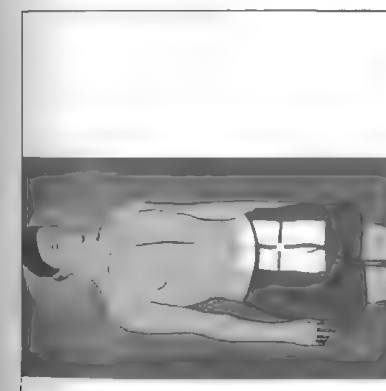


Figura 62 a. Poziționare



Figura 62 b. Vezică plină



Figura 62 c. Postmicțională

1.4. Cistografia în incidență oblică:

Poziționare: pacientul în semidecubit dorsal, cu un membru inferior cu coapsa în abducție, semiflexie și rotație externă și gamba în flexie la 90° astfel încât fața plantară a piciorului să privească genunchiul contralateral. Membrul inferior contralateral în extensie și ușoară rotație externă. Pacientul va ridica șoldul opus până când membrul în abducție și flexie este lipit de masă.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea distanței dintre spina iliacă antero-superioară și simfiza pubiană de partea șoldului ridicat.

Film: 24/30 cm pe lat.

Distanța focar-film: 1 m.

1.5. Cistografia în incidență de profil:

Poziționare: pacientul în decubit lateral, cu planul mediosagital perfect paralel cu masa.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea distanței dintre creasta iliacă și marele trohanter, pe linia marelui trohanter.

Film: 24/30 cm pe lat.

Distanța focar-film: 1 m.

1.6. Uretrografia micțională la bărbat:

Poziționare: pacientul în semidecubit dorsal, cu un membru inferior cu coapsa în abducție, semiflexie și rotație externă și gamba în flexie la 90° astfel încât fața plantară a piciorului să privească genunchiul contralateral. Membrul inferior contralateral în extensie. Pacientul va ridica șoldul opus până când membrul în abducție și flexie este lipit de masă. Penisul paralel cu coapsa membrului în abducție, fixat în vasul de colectare a urinei (care trebuie să fie radiotransparent). În cazul fixării manuale, falangele să nu se suprapună pe uretra peniană.

Centrare: raza centrală intră prin simfiza pubiană.

Film: 24/30 cm pe lat.

Distanța focar-film: 1 m.

1.7. Uretrografia micțională la femeie:

Poziționare: pacienta în decubit dorsal cu membrele superioare pe lângă corp, membrele inferioare în extensie și abducție 15°, planul frontal paralel cu caseta. Vasul colector al urinei trebuie să fie plat, radiotransparent și fixat sub fesele pacientei.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe masă intră la 2-3 cm deasupra simfizei pubiene.

Film: 24/30 pe lat.

Distanța focar-film: 1 m

2. Urografia intravenoasă (UIV)

2.1. Contraindicații absolute: insuficiența renală, insuficiența cardiacă, insuficiența hepatică, intoleranța la substanțe de contrast iodate. De fapt sunt contraindicațiile administrării substanțelor de contrast iodate, la modul general.

2.2. Pregătirea bolnavului pentru examenul urografic:

- Pacientul trebuie să evite timp de 3 zile înainte de UIV legumele, fructele, băuturile gazoase. Se poate face și o clismă evacuatorie cu 30 minute-1 oră înainte începerii examenului UIV.

- Se suprimă orice medicament radioopac cu 3-4 zile înainte de examen (bismult, iod, carbamați).

- Nu se va face examen baritat cu cel puțin 4-5 zile înainte UIV.

- Cu 24 ore înainte de urografie bolnavul va ingera cât mai puține lichide.

2.3. Rolul asistentului în efectuarea examenului urografic:

1) Se face interviul pacientului referitor la eventuale alergii medicamentoase, la iod sau alt tip de alergii și informează medicul radiolog în acest sens.

2) Pacientul urinează sau este sondat.

3) Pacientul este așezat pe masa de radiografie dezbrăcat, în decubit dorsal, cu capul sprijinit.

4) Se practica radiografia reno-vezicală simplă (RRVS).

5) Se injectează substanța de contrast într-o venă conform greutateii bolnavului.

6) Se expun secvențe urografice la indicația medicului radiolog. Asistentul va repositiona bolnavul dacă este necesar.

7) În cazul utilizării unui dispozitiv de compresie, acesta se montează la indicația și sub supravegherea medicului radiolog.

8) După executarea secvențelor urografice se execută cistografia premicțională de față (eventuale incidente oblice sau de profil la indicația medicului radiolog).

9) Se execută la indicația medicului radiolog uretrografia micțională sau bolnavul este îndrumat să urineze la toaletă.

10) Se execută cistografia postmicțională (în incidență anterio-posterioară, similar celei premicționale).

3. Examenul radiologic al aparatului genital

Din punct de vedere radiologic convențional singura examinare specifică a aparatului genital este **histerosalpingografia** (fig. 63) care reprezintă examenul unei porțiuni a aparatului genital feminin, ce cuprinde uterul și trompele uterine, care implică administrarea de substanță de contrast hidrosolubilă iodată direct intrauterin.

Examinarea se efectuează fluoroscopic.

Poziționare: pacienta se așează pe masa de fluoroscopie în decubit dorsal, în poziție ginecologică, prin atașarea la masă a unor picioare.

Se administrează intrauterin substanța de contrast, această manevră este efectuată de către medicul ginecolog. De notat că injectarea de substanță de contrast trebuie efectuată lent pentru a evita șocul vagal al pacientei.

Radiografiile: se execută în timpul umplerii uterului, după umplerea completă, după extragerea canulei prin care s-a administrat substanța de contrast.

Radiografiile se efectuează de față și în diferite grade de oblic, în funcție de anatomia specifică fiecărei pacientei și de patologia acesteia.

Examinarea se poate completa cu proba Cotte, care se efectuează pentru a se putea aprecia permeabilitatea tubelor uterine, care reprezintă efectuarea de clișee tardive la 15-30 minute.

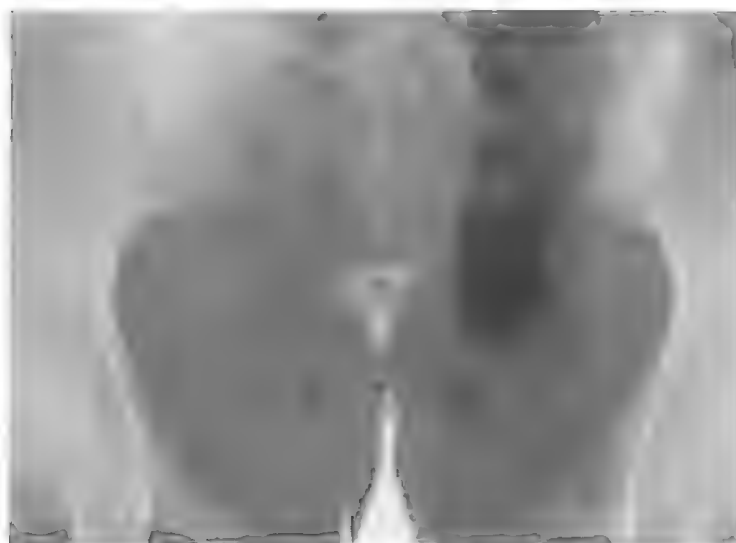


Figura 63. Histerosalpingografie

XIV.2.2. Examenul computertomografic (CT) a aparatului urogenital

În ceea ce privește aparatul reno-urinar examenul CT poate înlocui în aproape în totalitate examenul radiologic convențional. Acest lucru înseamnă că pentru studiul rinichilor, a ureterelor și a vezicii urinare se poate realiza o examinare CT numită uro-CT care aduce informații mult mai detaliate și mai amănunțite în ceea ce privește acest tip de patologie.

Uro-CT

Este un examen CT care cuprinde atât abdomenul superior, cât și pelvisul, care se efectuează inițial nativ, urmat de administrare de substanță de contrast iodată intravenos.

După administrarea de substanță de contrast intravenos se fac achiziții în timp arterial, urmat de timp venos, urmate de timpi excretori, similar cu clișeele efectuate la examenul urografic.

Pentru a se realiza o astfel de examinare sunt necesari următorii pași:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul la piele de la brâu în sus și coborând linia chilotului până la genunchi
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului și pelvisului
- se culcă bolnavul pe masă în decubit dorsal, cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele
- se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin linia axilară medie și laserul vertical la nivelul ombilicului
- când se administrează s.c. i.v., injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului
- achiziția se face de la nivelul domului hepatic la nivelul simfizei pubiene, de principiu dacă aparatul permite, în mod spiral, cu aceeași grosime de secțiune într-o singură trecere
- este posibil ca într-unul din timpii excretori să fie nevoie ca pacientul să fie mutat în decubit ventral; acest lucru trebuie realizat fără ca planurile de achiziție să fie modificate.

La finalul examinării se pot efectua reconstrucții 2D în plan sagital și coronal, precum și reconstrucții 3D.

Deși este o metodă superioară radiologiei convenționale, explorarea uretrei nu poate fi realizată prin examen computer tomografic, acesta rămânând dezavantajul major al metodei.

Pentru explorarea organelor genitale interne, indiferent că sunt feminine sau masculine, explorarea computertomografică poate fi o examinare de primă intenție sau consecutivă unui examen ecografic.

Acest tip de examinare reprezintă de fapt o explorare CT pelvină, cu aceeași pași cu cei descriși anterior, achiziția făcându-se de la nivelul creștelor iliace până la nivelul simfizei pubiene.

XIV.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a aparatului urogenital

Explorarea IRM a structurilor aparatului urogenital aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu abdomenul și/sau pelvisul poziționat în antena/antenele tip body, fiind fixat prin dispozitivele din

dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat și să respecte comenzile respiratorii.

Centrare: se face la nivelul indicat de antenă

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: a abdomenului și/ sau pelvisului, de la nivelul domului hepatic până la nivelul creștelor iliace sau până la simfiza pubiană sau de la nivelul creștelor iliace până la simfiza pubiană (în cazul explorării doar a pelvisului), inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast.

Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital și coronal), precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de pacient și de patologia acestuia.

O explorare specifică este uro-IRM-ul care se efectuează practic identic cu examinarea de uro-CT, din punct de vedere a pașilor ce trebuie urmați.

De notat este faptul că examinarea IRM a organelor genitale feminine sau masculine este o examinare net superioară celorlalte tipuri de examinări radio-imagistice.

Capitol XV

EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A MEMBRULUI SUPERIOR

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XV.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI SUPERIOR

Membrul superior, după anumiști, este alcătuit din centura scapulară și membrul superior liber.

Centura scapulară este alcătuită din următoarele oase: claviculă și omoplat sau scapulă.

Membrul superior liber este alcătuit din humerus, osul brațului, radius și ulnă, oasele antebrățului, oase carpiene, oase metacarpiene și falange, care formează scheletul mâinii.

Centura scapulară sau centura membrului superior formează scheletul umărului și face legătura între toracele osos și oasele membrului liber.

Clavicula este un os lung, pereche, situat la limita dintre torace și gât, cuprins între manubriul sternului și acromion. Orientarea sa este transversală, și prezintă două curburi inegale, care îi dau forma literei S culcat. Dintre cele două curburi, una este medială (curbura cu concavitatea posterioară) și cealaltă este laterală (curbura cu concavitatea anterioară). Clavicula este formată din corp și două extremități.

Scapula sau omoplatul este un os lat, de forma triunghiulară, situat la partea postero-superioară a toracelui. Pe schelet, acest os se întinde între primul spațiu intercostal și coasta a VII-a. Osul este aplicat pe torace, depășindu-l însă lateral și ia astfel parte la formarea umărului și la delimitarea axilei.

Scapula prezintă două fețe (fața anterioară și fața posterioară), trei margini (marginea vertebrală, marginea axilară și marginea superioară) și trei unghiuri (unghiul superior, unghiul inferior și unghiul lateral).

De pe fața posterioară a scapulei sau fața dorsală se desprinde transversal o lamă, numită spina scapulei. Spina împarte fața posterioară într-o fosă situată cranial și alta situată caudal de ea.

Spina scapulei împarte fața posterioară a omoplatului în două porțiuni și anume: fosa supraspinoasă unde se inseră mușchiul supraspinos și fosa infraspinoasă unde se inseră mai mulți mușchi: infraspinos, rotund mare, rotund mic.

Spina scapulei se continuă în porțiunea ei laterală cu o prelungire liberă, neaderentă de fața posterioară a scapulei, numită acromion.

Acromionul este o proeminență turtită de sus în jos și palpabilă sub piele care se articulează cu clavicula.

La unirea acromionului cu buza inferioară a spinei scapulei, se formează unghiul acromionului, care are deosebită importanță practică: pornind de la el, se pot face măsurătorile pentru stabilirea eventualelor luxații ale centurii scapulare.

Fața costală a scapule sau fața anterioară prezintă o concavitate, fosa subscapulară, ce este străbătută de creste oblice. Are o margine superioară, care este subțire și prezintă incizura scapulei, o margine medială și o margine laterală, care este orientată spre axilă.

Scapula prezintă un unghi inferior, care este ascuțit și ușor de explorat sub piele și un unghi superior, care este ușor rotunjit. De asemenea prezintă un unghi lateral, care este cel mai voluminos și prezintă două elemente:

1. Cavitatea glenoidă care este legată de restul scapulei printr-o porțiune mai îngustă, numită gâtul sau colul scapulei. Cavitatea este puțin profundă, de formă ovoidă, articulându-se cu capul humerusului.

2. Procesul coracoid, care este o prelungire recurbată, a cărei bază ocupă spațiul dintre cavitatea glenoidă și scobitura scapulei.

Scheletul brațului este format din humerus, care este un os lung și pereche, prezentând o diafiză, două metafize și două epifize.

La nivelul metafizei proximale ale humerusului se găsește colul chirurgical. La nivelul colului chirurgical se înregistrează cele mai frecvente fracturi ale humerusului, tot aici având loc dezlipirea traumatică a epifizei.

1. Capul humerusului - prezintă o suprafață articulară netedă, ce reprezintă o treime dintr-o sferă. El se articulează cu cavitatea glenoidă a scapulei, axul său formând cu axul diafizei un unghi de 130°.

2. Colul anatomic - este un șanț circular, care separă capul humerusului de metafiză.

3. Tuberculul mare - este situat pe partea laterală a metafizei proximale în partea superioară.

4. Tuberculul mic - este situat pe partea anterioară și medial a metafizei proximale.

5. Șanțul intertubercular (mai este numit și culisa bicipitală) este un șanț vertical, care pleacă de pe fața anterioară a porțiunii proximale și se termină pe fața antero-medială a diafizei. El este limitat de creasta tuberculului mare (situată anterior) și de creasta tuberculului mic (situată posterior).

Epifiza distală prezintă doi condili (trohleea și capitulum) și doi epicondili, unul medial și altul lateral.

Condili humerusului prezintă suprafețe articulare și trei fosete: coronoidă, radială și olecraniană.

Epicondiliile sunt două proeminențe, care servesc pentru inserții musculare, unul fiind medial, iar altul lateral. Epicondilul lateral este mai mic decât cel medial.

Scheletul antebrățului este format din două oase ulna și radius.

1. Ulna este un os lung și pereche, situat în partea medială a antebrățului, în prelungirea degetului mic și are două epifize, două metafize și o diafiză.

Diafiza are trei fețe, anterioară, posterioară și medială și trei margini anterioară, posterioară și laterală. Marginea laterală sau interosoasă este locul de inserție a membranei interosoase.

Aceasta membrană unește corpurile celor două oase ale antebrățului (ulnă și radius).

Extremitatea proximală este formată din două proeminențe osoase: o proeminență verticală (numită olecran) și o proeminență orizontală (numită procesul coronoid). Cele două proeminențe formează între ele un unghi drept și circumscriu o cavitate articulară numită scobitura trohleară, care se articulează cu trohleea humerusului. Pe partea laterală a procesului coronoid se găsește o față articulară semilunară (numită incizura radială sau scobitura radială) care se articulează cu capul radiusului.

Extremitatea distală prezintă capul și procesul stiloid. Capul ulnei se articulează cu incizura ulnară a radiusului, iar procesul stiloid este situat pe partea medială a capului, fiind o prelungire cu vârful în jos.

2. Radiusul este un os lung și pereche, situat la partea laterală a antebrățului, în dreptul policelui și are două epifize, două metafize și o diafiză.

Diafiza are formă prismatică, triunghiulară și, ca atare, are trei fețe (fața anterioară, posterioară și laterală) și trei margini (marginea anterioară, posterioară și medială).

Marginea medială sau interosoasă este ascuțită și se termină în partea inferioară a diafizei, bifurcându-se și delimitând astfel o suprafață triunghiulară. La baza acestui triunghi se găsește scobitura (sau incizura ulnară) a radiusului. Pe marginea medială se prinde membrana interosoasă.

Extremitatea proximală este compusă din trei elemente: capul, colul și tuberozitatea radiusului.

1. Capul este un segment de cilindru plin, mai înalt în porțiunea medială. Fața lui superioară prezintă o depresiune, numită foseta capului radial care corespunde capitulului humerusului. Circumferința capului corespunde scobiturii radiale de pe ulnă.

2. Colul este porțiunea îngustă care face parte din metafiză, cea care leagă capul de diafiză și are direcție oblică dinspre cranial spre caudal și dinspre lateral spre medial, formând cu capul un unghi deschis lateral.

3. Tuberozitatea radiusului este o proeminență ovoidală, situată sub col, pe ea inserându-se mușchiul biceps brahial.

Extremitatea distală este comparată cu o piramidă trunchiată, ce prezintă patru fețe și o bază.

Fața medială prezintă scobitura ulnară destinată articulării cu capul ulnei.

Fața laterală prezintă un șanț pentru tendoanele mușchilor lung abductor și scurt extensor ai policelului. Această față se continuă în jos cu procesul stiloid. Procesul stiloid se poate inspecta și palpa clinic, coborând mai jos decât procesul stiloid al ulnei.

Fața posterioară prezintă mai multe creste verticale, care delimitează șanțuri. Prin șanțuri alunecă tendoane ale mușchilor extensori ai mâinii și ai degetelor. La mijlocul feței posterioare se găsește o creastă verticală (adesea palpabilă sub piele) numită tuberculul dorsal care o împarte în două șanțuri.

Fața anterioară este concavă de sus în jos, dând inserție mușchiului pătrat pronator.

Baza sau fața articulară carpiană are forma unui triunghi, al cărui vârf se prelungește lateral pe procesul stiloid. Baza este subdivizată printr-o creastă antero-posterioară, în două fețe secundare: o față laterală, triunghiulară, în raport cu scafoidul, și o față medială, patrulateră, în contact cu semilunarul.

Carpul este alcătuit din două rânduri de oase scurte. Primul rând este format dinspre radius spre ulnă din patru oase carpiene și anume scafoid, semilunar, piramidal, pisiform, iar cel de al doilea rând este alcătuit tot din patru oase carpiene și anume trapez, trapezoid, osul mare și osul cu cârlig.

Metacarpienele sunt în număr de cinci, de la I la V, dinspre degetul mare spre degetul mic; ele sunt oase lungi, fiecare fiind alcătuit din două epifize, două metafize și o diafiză. Metacarpienele se articulează atât cu oasele carpului, cât și cu falangele.

Falangele reprezintă oasele componente ale degetelor, fiind în număr de câte trei pentru fiecare deget, cu excepția policelului (degetul mare), care are doar două falange; ele sunt de asemenea oase lungi, cu aceeași componentă.

XV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A CENTURII SCAPULARE ȘI MEMBRULUI SUPERIOR LIBER

XV.2.1. Explorarea radiologică convențională

Pentru a se putea executa radiografii în incidențe corecte trebuie să se țină seama de următoarele criterii și anume segmentul de radiografiat să fie poziționat cât mai corect (planul frontal paralel cu filmul radiografic, iar planul sagital perpendicular pe planul frontal), radiografia efectuată să cuprindă cel puțin o articulație, dacă este posibil ambele articulații (proximală și distală). Pentru un examen complet a unui segment osos radiografia trebuie executată atât în incidență de față, cât și de profil.

1. Radiografia omoplatului

1.1. Radiografia omoplatului în poziție de față (fig. 64 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură se așează pe masa în decubit dorsal, aplecat ușor spre partea de examinat, cu brațul ridicat și mâna pe cap. O variantă este așezarea pacientului în ortostatism, la stativ.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat. Expunerea se face în apnee.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, trece tangențial pe marginea toracelui, la 2 laturi de deget sub axilă.

Film 18/24 sau 24/30 în lung, pe masă marginea inferioară la 2 cm sub unghiul inferior al scapulei, iar marginea laterală să depășească cu 2 cm părțile moi ale toracelui. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

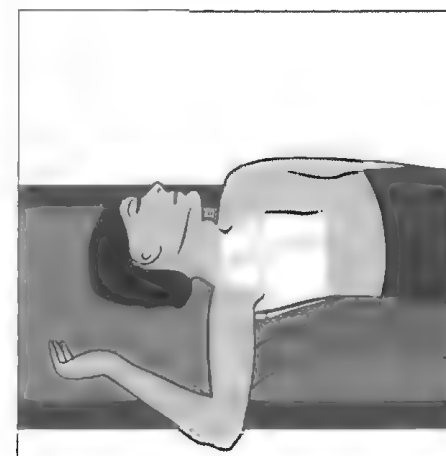


Figura 64 a. Poziționare

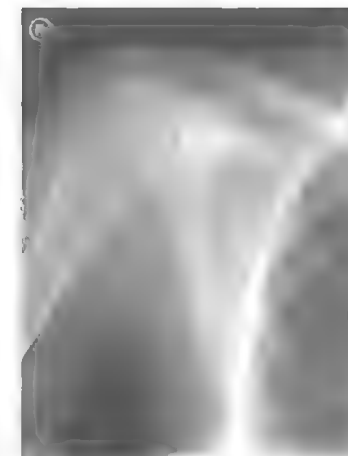


Figura 64 b. Radiografie scapulă de față

1.2. Radiografa omoplatului în poziție laterală (profil) (fig. 65 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură se așează pe masă în decubit lateral, toracele este ușor aplecat anterior, brațele ridicate și duse înainte, cu capul sprijinit pe un sac de nisip. O variantă mai practică este așezarea pacientului în ortostatism, la stativ.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat. Expunerea se face în apnee.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin marginea medială a omoplatului la un lat de palmă deasupra unghiului inferior al omoplatului.

Film 18/24 sau 24/30 în lung, marginea inferioară la 2 cm sub unghiul inferior al scapulei, iar marginea posterioară să depășească cu 2 cm părțile moi ale toracelui. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 65 a. Poziționare

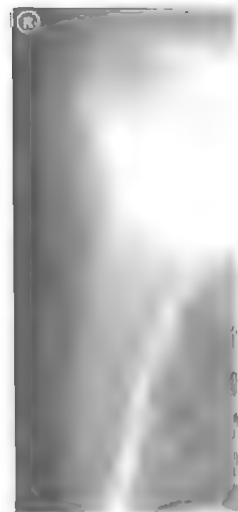


Figura 65 b. Radiografie scapulă profil

2. Radiografia claviculei

2.1. Radiografia claviculei unilateral în incidență postero-anterioară (fig. 66 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul întors spre partea opusă celei care se radiografiază, clavicula pe casetă, brațul de partea de examinat de-a lungul corpului, cu mâna în pronație, palma privește în sus, umărul opus rezemat de sac cu nisip.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat. Se expune în apnee.

Centrare: raza centrală înclinată 30° dinspre medial spre lateral intră prin unghiul supero-intern al omoplatului.

Film: 18/24 orizontal cu dimensiunea mare pe lat, marginea cranială depășește clavicula cu 3 cm, marginea externă la nivelul părților moi ale umărului. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

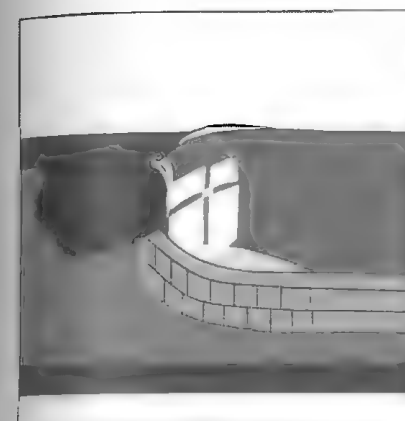


Figura 66 a. Poziționare

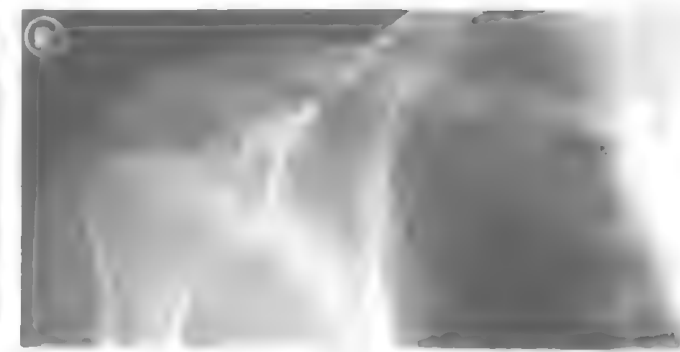


Figura 66 b. Radiografie claviculă unilateral

3. Radiografia articulației scapulo-humerale

3.1. Radiografia articulației scapulo-humerale de față în incidență antero-posterioară (fig. 67 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură se așează pe masă în decubit dorsal cu capul rezemat pe un sac de nisip. Se înclină ușor toracele spre partea examinată pentru un bun contact cu caseta prin ridicarea pe saci cu nisip a umărului opus. Brațul ușor depărtat de corp, la aproximativ 30°, în rotație externă, palma orientată în sus și în afară (în supinație).

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

De rutină radiografia se execută în ortostatism, la stativul vertical. În această situație caseta se pune în căruciorul portcasetă.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal la 20°, intră la 2 cm deasupra axilei în depresiunea subacromială. Se expune în apnee.

Film: 18/24 lung, marginea superioară depășește umărul cu 2 cm; marginea laterală depășește părțile moi ale umărului cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm. În situația efectuării radiografiei în ortostatism distanța focus-film este de 1,2 m.



Figura 67 a. Poziționare



Figura 67 b. Radiografie umăr față

3.2. Radiografia articulației scapulo-humerale de profil (fig. 68)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură, în decubit dorsal, cu o ușoară înclinare a trunchiului spre partea de radiografiat, brațul ridicat cu mîna pe cap.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

De rutină radiografia se execută în ortostatism, la stativul vertical. În această situație caseta se pune în căruciorul portcasetă.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul axilei. Se expune în apnee.

Film: 18/24 pe lung cu marginea superioară la 2 cm deasupra umărului și marginea inferioară la cca 2 cm sub unghiul inferior al scapulei; marginea laterală să depășească cu 2 cm părțile moi ale toracelui. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm. În situația efectuării radiografiei în ortostatism distanța focus-film este de 1,2 m.



Figura 68. Radiografie umăr profil

4. Radiografia humerusului

La radiografierea oricărui os lung poziționarea segmentului trebuie făcută în așa fel încât pe radiografie să apară cel puțin o articulație.

4.1. Radiografia humerusului de față (fig. 69 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură, se așează în decubit dorsal sau ortostatism, brațul în ușoară abducție se sprijină pe casetă cu fața dorsală, palma orientată în sus (în supinație). Axul epicondil-epitrohlee trebuie să fie paralel cu planul casetei.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă este proiectată la jumătatea distanței umăr-cot.

Film: 15/40 (sau 30/40) pe lung, marginea superioară a casetei depășește cu 2cm umărul, iar marginea laterală și medială la egală distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

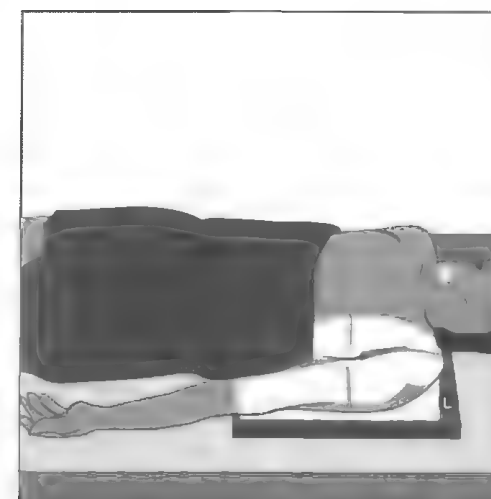


Figura 69 a. Poziționare



Figura 69 b. Rg. humerus față

4.2. Radiografia humerusului de profil cu pacientul în clinostatism (fig. 70 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu brațul în ușoară abducție se sprijină pe casetă cu fața externă. Axul epicondil-epitrohlee trebuie să fie perpendicular pe planul casetei. Antebrațul este flectat, mîna orientată cu palma în afară.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul brațului. Se expune în apnee.

Film: 15/40 (sau 30/40) pe lung, marginea superioară a casetei depășește cu 2 cm umărul, iar marginea laterală și medială să fie la egală distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

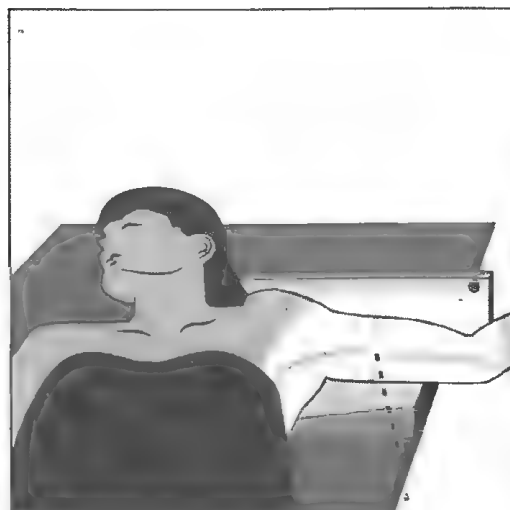


Figura 70 a. Poziționare



Figura 70 b. Radiografie humerus profil

5. Radiografia articulației cotului

5.1. Radiografia articulației cotului de față (fig. 71 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, membrul superior în extensie, se reazămă cu olecranul pe centrul casetei, antebrațul în supinație.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală este verticală, perpendiculară pe mijlocul interliniei articulare, care corespunde aproximativ pliului cutanat de flexiune. Pentru o localizare mai precisă se poate palpa articulația humero-radială (se execută mișcări de supinație-pronație care permit palparea cupei radiale în mișcarea ei de rulare în jurul ulnei, dacă starea pacientului o permite).

Film: 18/24 pe lung, marginea externă și internă la aceeași distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 71 a. Poziționare



Figura 71 b. Radiografie cot față

5.2. Radiografia articulației cotului de profil (fig. 72 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, brațul și antebrațul sunt în plan orizontal, cotul în semiflexie se sprijină prin fața cubitală cu policele orientat în sus.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală este verticală, perpendiculară pe mijlocul liniei care unește punctul cel mai proeminent al olecranului cu cupa radială.

Film: 18/24 pe lung, marginile la aceeași distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 72 a. Poziționare



Figura 72 b. Radiografie cot profil

5.3. Radiografia olecranului

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, toracele aplecat anterior spre masă, antebrațul cu fața dorsală pe masă; se sprijină cotul pe mijlocul casetei, palma orientată în sus (în supinație), brațul flectat pe antebraț.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară intră pe fața posterioară a brațului la 3.cm deasupra olecranului.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

6. Radiografia oaselor antebrațului

6.1. Radiografia oaselor antebrațului de față în incidență antero-posterioară (fig. 73 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul stă sprijinit pe casetă cu fața dorsală, palma orientată în sus (în supinație).

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară intră prin mijlocul antebrațului.

Film: 24/30 pe lung, marginea proximală a casetei depășește cotul cu 2 laturi de deget, marginea laterală și medială la aceeași distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

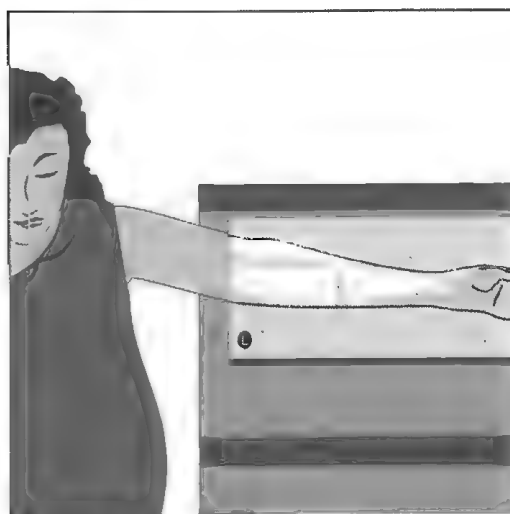


Figura 73 a. Poziționare

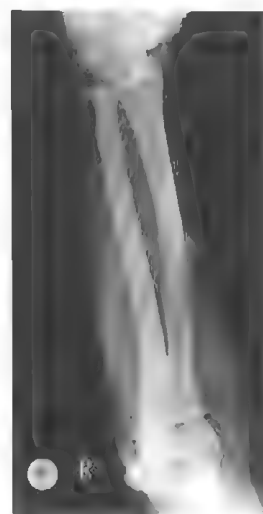


Figura 73 b. Radiografie antebraț fața

6.2. Radiografia oaselor antebrațului de profil (fig. 74 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul sprijinit cu marginea ulnară pe casetă, policele orientat în sus.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară intră prin mijlocul antebrațului.

Film: 24/30 pe lung, marginea proximală a casetei depășește cotul cu 3 cm, marginile laterală și medială la aceeași distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 74 a. Poziționare

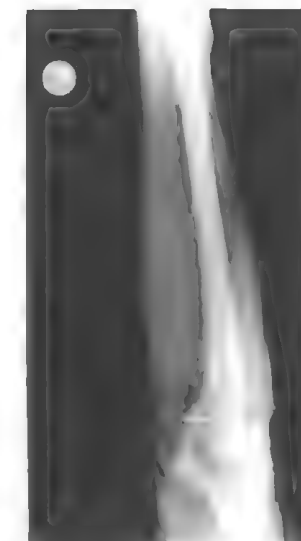


Figura 74 b. Radiografie antebraț profil

7. Radiografia articulației pumnului

7.1. Radiografia articulației pumnului de față (fig. 75 a, b)

Poziționare: pacientul se așează pe scaun lângă masă, antebrațul și palma în pronație se sprijină cu fața palmară pe casetă.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul liniei ce unește apofizele stiloid, cubitală și radială (centrare pentru carpene) .

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 75 a. Poziționare



Figura 75 b. Radiografie pumn față

7.2. Radiografia articulației pumnului de profil (fig. 76 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul și mâna se sprijină pe masă prin marginea cubitală, articulația pumnului plasată în mijlocul casetei.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin apofiza stiloidă radială.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 76 a. Poziționare



Figura 76 b. Radiografie pumn profil

7.3. Radiografia articulațiilor pumnilor, comparativă

Poziționare: pe scaun lângă stativ, antebrațele și mâinile se reazămă pe masă cu marginea cubitală, articulațiile pumnilor apropiate, degetele flectate bilateral se ating.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul casetei.

Film: 18/24 pe lat. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

7.4. Radiografia scafoidului de față (poziția scriitorului) (fig. 77 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul sprijinit pe masă, mâna semiînchisă în ușoară înclinare cubitală.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe scafoid intră la 15mm sub interlinia radiocarpiană.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

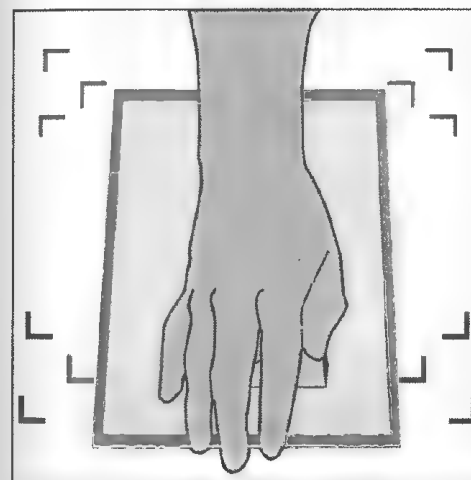


Figura 77 a. Poziționare



Figura 77 b. Radiografie scafoid față

7.5. Radiografia scafoidului de profil

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul este pe masă, mâna în ușoară pronație formează cu planul mesei un unghi de 45° și se sprijină pe cubitus și degetul 5.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la nivelul tabacherei anatomice.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

7.6. Radiografia osului cu cârlig (hamat) – incidență specială

Poziționare: pacientul în ortostatism la marginea mesei, antebrațul în extensie, mâna în supinație așezată cu palma apăsată pe casetă, policele în extensie și degetele 2-5 flectate în afara casetei („apucă marginea mesei”), articulația pumnului în extensie maximă forțată astfel încât antebrațul să formeze cu masa un unghi de 30° înclinat posterior.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin vârful cârligului osului hamat.

Film: 18/24 pe lat așezat pe marginea mesei. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

8. Radiografia mâinii și a degetelor

8.1. Radiografia mâinii de față (fig. 78 a, b)

Poziționare: pacientul se așează pe scaun lângă masă. Mâna se sprijină cu fața palmară pe mijlocul casetei, degetele ușor îndepărtate.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin capul metacarpianului III (pentru degete și metacarpiene).

Film: 18/24 cm, în lung, marginea distală depășește cu 2 cm vârful degetelor. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 78 a. – Poziționare

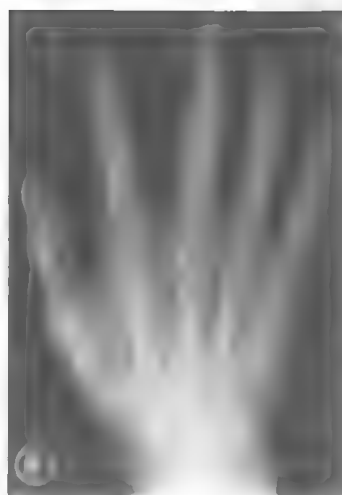


Figura 78 b. Radiografie mână față

8.2. Radiografia mâinilor bilateral de față

Poziționare: pacientul se așează pe scan lângă masă, antebrațele sprijinite pe masă, degetele ușor îndepărtate, ambele palme lipite pe casetă.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul casetei.

Film: 24/30 pe lat, depășește cu 2 cm vârful degetelor. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

8.3. Radiografia mâinii de profil (fig. 79)

Poziționare: pacientul se așează pe scaun lângă masă, antebrațul pe masă, mâna se sprijină pe casetă prin marginea cubitală, ușor înclinată posterior.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul metacarpianului IV.

Film: 18/24 pe lung, marginea distală depășește vârful degetelor cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

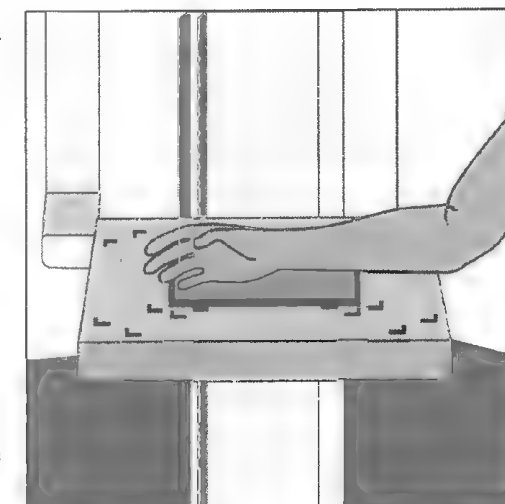


Figura 79. Poziționare

8.4. Radiografia mâinilor bilateral de profil

Poziționare: pacientul se așează pe scaun lângă masă, antebrațele pe masă, mâinile la 5-6 cm una de alta sprijinite cu marginea cubitală pe casetă, ușor înclinate în afară.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, proiectată la mijlocul distanței dintre cele două mâini.

Film: 24/30 pe lat, marginea distală a casetei depășește vârful degetelor cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

8.5. Radiografia mâinii în poziție semilaterală (fig. 80)

Poziționare: se așează pacientul lângă masă, antebrațul pe masa stativului, mâna se sprijină pe masă prin marginea cubitală a degetului V și atinge caseta cu vârful celorlate degete, care sunt îndepărtate între ele.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă vizează articulația metacarpo-falangiană a degetului II.

Film: 18/24 pe lung; marginea casetei depășește vârful degetelor cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 80. Radiografie mână semilaterală

8.6. Radiografia policelui de față în incidență palmo-dorsală (fig. 81 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, mâna în pronație forțată, cu palma orientată în sus și în afară. Se sprijină cu fața dorsală a policelui în centrul casetei.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă vizează articulația metacarpo-falangiană a policelui.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

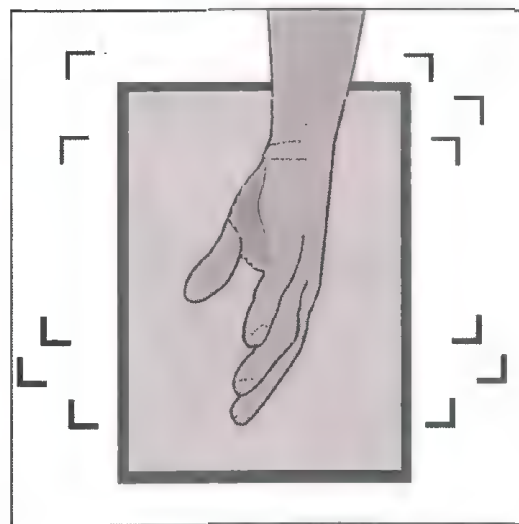


Figura 81 a. Poziționare



Figura 81 b. Radiografie police față

8.7. Radiografia policelui de față în incidență dorso-palmară

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul în extensie, mâna se sprijină pe peretele lateral al cutiei pe care se află caseta, policele plasat cu fața palmară pe casetă.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul casetei.

Film: 18/24 pe lung, caseta plasată pe o cutie de aceeași dimensiune. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

8.8. Radiografia policelui de profil (fig. 82 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul pe masă, mâna cu degetele II-V flectate se sprijină cu fața palmară pe casetă, policele lipit de casetă cu marginea radială.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, vizează articulația metacarpo-falangiană a policelui.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

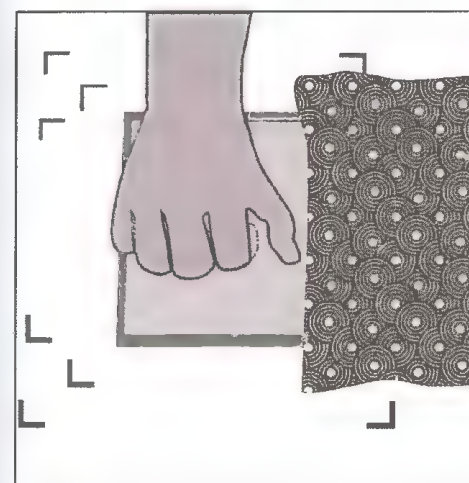


Figura 82 a. Poziționare



Figura 82 b. Rg. police profil

8.9. Radiografia indexului de profil

Poziționare: se așează pacientul lângă masă, antebrațul și mâna sprijinite pe masă pe marginea cubitală, filmul ținut între index și medius. Se mai poate realiza cu indexul sprijinit lateral pe un suport și restul degetelor flectate.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe mijlocul falangei medii.

Film: cel mai mic existent în serviciu pe lung, învelit în hârtie neagră opacă.

Distanța focar-film = 75 cm.

XV.2.2. Examenul computertomografic (CT) a membrului superior

Membrul superior la CT se explorează la fel ca la examenul radiologic convențional și anume pe segmente și nu în totalitate, având în vedere că fiecare segment are anatomic o poziție proprie.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal sau ventral în funcție de segmentul de interes, astfel încât planul mediosagital al segmentului de interes să fie perfect perpendicular pe masa echipamentului.

Poziționarea segmentului de examinat se face în limita posibilităților identic ca la radiologie.

Centrare: încrucișarea razelor de ghidaj să se afle în centrul segmentului de interes.

Topograma: se realizează o topogramă frontală

Scanare: de la nivelul articulației proximale până la nivelul articulației distale a segmentului de interes, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planul de achiziție este perpendicular pe segmentul de interes, pe cât este posibil anatomic.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru os și una pentru părțile moi.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depinde de regiunea examinată.

XV.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a membrului superior

Explorarea IRM a structurilor membrului superior aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu segmentul de interes poziționat într-o antenă specială, sau după caz în antena de suprafață, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: a segmentului de interes, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital și coronal), precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată.

Capitol XVI

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A MEMBRULUI INFERIOR

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XVI.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI INFERIOR

Oasele membrului inferior sunt formate, ca și oasele membrului superior, din centura membrului și membrul liber.

Centura membrului inferior se compune din două oase coxale care, împreună cu osul sacru și coccisul formează bazinul osos (pelvisul).

Oasele membrului inferior liber sunt reprezentate de femur și patelă care formează oasele coapsei, tibia și fibula care alcătuiesc oasele gambei, precum și tarsul, metatarsul și falangele degetelor ce constituie oasele piciorului.

1. Centura membrului inferior sau centura pelvină

Osul coxal

Coxalul este un os voluminos și neregulat, fiind os pereche. El este alcătuit din trei oase distincte: ilionul, pubisul și ischionul, care se sudează definitiv între 12—16 ani la fete și 13—18 ani la băieți.

ILIONUL

Ilionul formează porțiunea superioară a osului coxal și reprezintă mai mult din jumătatea lui. Limita inferioară a ilionului este reală la făt și la copil, unde sudura lui cu celelalte două piese nu s-a realizat încă. La adult, limita inferioară este reprezentată de o linie convențională ce trece prin treimea superioară a acetabulului.

Ilionul prezintă un corp, care participă la formarea acetabulului și o porțiune superioară, aripa osului iliac.

ISCHIONUL

Cuprinde porțiunea posterioară și inferioară a osului coxal și el are un corp și o ramură.

Corpul participă la formarea acetabulului, constituind porțiunea postero-inferioară a acestei cavități.

Corpul se continuă cu ramura, iar la limita dintre corp și ramură se găsește tuberozitatea ischiadică.

PUBELE

Acest os reprezintă porțiunea antero-inferioară a coxalului, el are un corp și două ramuri.

Corpul pubisului participă la formarea porțiunii antero-inferioare a acetabulului, el se unește cu ilionul, iar la locul de unire se găsește eminența iliopectinee.

De la nivelul corpului pleacă ventral ramura superioară; ea face un unghi ascuțit, numit și unghiul pubelui și se continuă cu ramura descendentă sau inferioară. Ramura descendentă a pubelui se unește cu ramura ischionului formând împreună ramura ischiopubiană.

Coxalul, considerat în totalitate, prezintă două fețe, patru margini și patru unghiuri. Cele două fețe sunt: fața laterală și fața medială.

A. Fața laterală

Prezintă în partea ei mijlocie o cavitate mare, numită acetabul, la formarea căruia contribuie corpul celor trei oase constitutive ale coxalului și anume ilion, ischion și pubis.

Imediat caudal de acetabul se află un orificiu, numit gaura obturată, la formarea căreia contribuie ischionul și pubele. Cranial de acetabul se găsește fața gluteală a aripii osului iliac.

a. Cavitatea cotiloidiană sau acetabulul servește la articulația cu femurul. Circumferința acetabulului este proeminentă și ascuțită și poartă numele de sprânceană cotiloidiană sau acetabulară.

Suprafața interioară a acetabulului prezintă:

- a) suprafața semilunară, care este articulară
- b) fosa acetabulului nearticulară, de formă patruleteră, încadrată de suprafața semilunară.

b. Gaura obturată

Ea este limitată în cea mai mare parte printr-o margine ascuțită ca o creastă, afară de porțiunea superioară, unde creasta este înlocuită cu un șanț numit șanțul obturator.

c. Suprafața gluteală a osului iliac

Este ușor escavată în porțiunea ei mijlocie, pe ea se găsește gaura nutritivă principală a osului și este străbătută de trei linii:

1. linia gluteală anterioară
2. linia gluteală posterioară
3. linia gluteală inferioară.

Aceste trei linii delimitează patru câmpuri:

1. unul posterior, mic, pe care se inseră mușchiul gluteu mare;
2. unul situat mai ventral, pe care se inseră mușchiul gluteu mijlociu;
3. unul ventral și caudal, deasupra liniei gluteale inferioare, care dă inserție pentru mușchiul gluteu mic;
4. ultimul, situat caudal de linia gluteală inferioară, pe care se inseră mușchiul drept femural.

B. Fața medială

Este străbătută de linia arcuată, îndreptată oblic, dinspre cranial spre caudal și dinspre dorsal spre ventral. Această linie împarte fața medială în două porțiuni și anume cranial este fosa iliacă, pe care se inseră mușchiul iliac, iar caudal de linia arcuată se află suprafața sacropelvină.

Cele patru margini ale osului coxal sunt: marginea anterioară, posterioară, superioară sau creasta iliacă și inferioară.

- Marginea anterioară prezintă:
- Superior - spina iliacă antero-superioară
- Mijlociu - spina iliacă antero-inferioară
- Inferior - tuberculul pubian.

Marginea posterioară prezintă:

1. **spina iliacă postero-superioară** situată la unirea cu marginea superioară; este palpabilă sub piele;
2. **spina iliacă postero-inferioară**, separată de precedentă printr-o scobitură.
3. **marea scobitură sau incizura ischiadică.**
4. **spina ischiadică** - caudal de precedentă.
5. **mica scobitură ischiadică.**
6. **tuberozitatea ischiadică** pe care se inseră numeroși mușchi; pe ea repauzează omul în poziția sezând. Se poate palpa ușor, mai ales când se pune coapsa în flexie.

Marginea superioară sau creasta iliacă

Se întinde de la spina iliacă antero-superioară la spina iliacă postero-superioară. Marginea aparține în totalitate osului iliac. Ea poate fi palpată în întregime sub piele.

Este locul de inserție pentru un mare număr de mușchi (oblicul extern, oblicul intern, transversul, pătratul lombelor, gluteul mare, gluteul mijlociu, iliacul).

Marginea inferioară

Se întinde între tuberozitatea ischiadică și unghiul pubelui.

La constituirea ei iau parte ramura ischionului și ramura inferioară a pubelui, de unde și denumirea de ramură ischiopubiană care este dată acestei margini.

Imediat sub unghiul pubian marginea prezintă o suprafață ovală, fața pubiană, care servește la articularea cu osul coxal de partea opusă, cu care formează simfiza pubiană.

Unghiurile osului coxal sunt reprezentate de:

1. Unghiul antero-superior care este reprezentat de spina iliacă antero-superioară.
2. Unghiul postero-superior care este reprezentat de spina iliacă postero-superioară.
3. Unghiul antero-inferior care este reprezentat prin unghiul pubelui.
4. Unghiul postero-inferior este format de tuberozitatea ischiadică.

Pelvisul osos sau bazinul este format de cele două coxale, sacrul și coccisul. El este situat cu aproximație la mijlocul corpului adultului. El are forma unui trunchi de con, cu baza mare în sus și cu baza mică în jos. La nivelul pelvisului osos se descriu o circumferință superioară și alta inferioară, precum și o suprafață exterioară și una interioară.

1. Circumferința superioară sau baza mare a pelvisului osos este alcătuită din: baza sacrului, creasta iliacă, marginea anterioară a coxalului și marginea superioară a simfizei pubiene.

2. Suprafața exterioară (exopelviană) conține elementele anatomice de pe fețele laterale ale celor două oase coxale și de pe fețele dorsale ale sacrului și coccisului.

Porțiunea anterioară este determinată de fața anterioară a simfizei pubiene, care este situată pe linia mediană, lateral de ea se găsesc unghiurile pubelui și găurile obturate.

Porțiunea posterioară este delimitată de fețele dorsale ale sacrului și coccisului, precum și de marginile posterioare ale oaselor coxale.

Porțiunea laterală este formată de fețele laterale ale oaselor coxalelor prin fața gluteală, acetabulul și tuberozitatea ischiadică.

3. Suprafața interioară (endopelvină) se caracterizează printr-un relief osos circular numit linia terminală. Ea delimitează strâmtoarea superioară a pelvisului. Strâmtoarea superioară împarte suprafața interioară în două porțiuni: una situată deasupra pelvisul mare care aparține topografic abdomenului și alta dedesubtul ei care adăpostește organele aparatului urogenital.

4. Circumferința inferioară sau strâmtoarea inferioară a pelvisului sau baza mică a pelvisului osos este formată anterior de marginea inferioară a simfizei pubiene, posterior de vârful coccisului, iar lateral de cele două tuberozități ischiadice.

2. Scheletul membrului inferior liber este alcătuit din trei segmente:

Coapsa cu osul femur, a cărei extremitate proximală prezintă colul și capul femural prin care se articulează cu osul coxal. Prin extremitatea sa distală ia parte la formarea articulației genunchiului care ventral prezintă un os plat numit patelă sau rotulă.

Femurul, ca orice alt os lung prezintă două epifize, cea proximală numită cap femural, două metafize, cea proximală numită col femural și între ele o diafiză. La nivelul porțiunii metafizare proximale se găsesc cele două trohantere, unul mare pe fața laterală și unul mic pe fața medială. La nivelul epifizei distale femurul prezintă doi condili, unul lateral și altul medial, separați între ei prin foseta intercondiliană. Cranial de condili se găsesc cei doi epicondili, unul lateral și altul medial. Prin intermediul condililor femurul se articulează cu rotula.

Gamba al cărei schelet este format din două oase: tibia, localizată medial și peroneul, dispus lateral, ambele articulate între ele la cele două extremități.

Ambele oase ale gambei sunt oase lungi cu aceleași componente, epifize, metafize și diafiză. Tibia la nivelul epifizei proximale prezintă platoul tibial, care se articulează cu femurul.

Piciorul este alcătuit din 26 de oase care corespund celor trei segmente: tars, metatars și degete. Dacă oasele tarsiene sunt oase scurte, metatarsul și oasele degetelor sunt oase lungi și sunt în număr de cinci. Degetele piciorului prezintă fiecare câte trei falange, proximală, medie și distală, cu excepția halucelui (deget I), care are doar două falange.

Articulațiile membrului inferior liber reprezintă organe de mișcare înalt adaptate la funcția de locomoție realizată în poziție verticală (antigravitațional). Ele au o structură masivă, cu suprafețe articulare întinse, generatoare de presiuni sub pragul de uzură a țesutului cartilagos hialin.

A. Articulația șoldului

Articulația șoldului este situată la joncțiunea dintre trunchi și membrul inferior liber, care participă și asigură în condiții optime ortostatismul și locomoția.

Suprafețele articulare sunt reprezentate de cavitatea acetabulară și capul femural care formează împreună o articulație sferoidală dotată cu o stabilitate intrinsecă ce rezultă din planul de construcție al articulației, combinată cu o mobilitate remarcabilă.

Acetabulul este situat în partea laterală și inferioară a osului coxal la îmbinarea ilionului cu ischionul, și el prezintă o emisferă cu concavitatea caudal, cu circumferința ascuțită numită *sprânceană acetabulară*.

Capul femural reprezintă epifiza proximală a femurului, acesta participă la formarea articulației șoldului fiind acoperit de cartilaj și acetabul și are forma a 2/3 de sferă.

B. Articulația genunchiului

Ea are o structură biarticulară care include în același compartiment anatomic și articulația tibiofemurală și patelofemurală.

C. Articulația gleznei și a piciorului

Glezna este reprezentată în principal de articulația tibio-talară, talusul fiind un os component al tarsului, care la rândul lui se articulează și cu calcaneul. Glezna face de fapt legătura între gambă și picior.

Piciorul reprezintă – după coapsă și gambă – a treia pârghie principală a membrului inferior, structurată și adaptată funcțiilor ce-i revin. Articulațiile piciorului sunt reprezentate de articulațiile între oasele tarsului, articulații tarso-metatarsiene, metatarso-falangiene și interfalangiene.

XVI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A MEMBRULUI INFERIOR

XVI.2.1. Examenul radiologic convențional

Radiografiile constituie în investigarea scheletului un mijloc esențial care permite studierea macrostructurii, formei, dimensiunilor și poziției segmentului osos examinat.

Efectuarea oricărei radiografii osoase trebuie să fie precedată de obținerea principalelor elemente privind anamneza, tabloul clinic al suferinței actuale precum și diagnosticul clinic prezumtiv.

Alegerea elementelor electrice pentru efectuarea radiografiei osoase are în vedere următorii factori:

- calitatea radițiilor, adică penetrabilitatea acestora, care este în funcție de tensiunea aplicată la bornele tubului radiogen, adică depinde de KV (kilovoltaj).
- distanța de la focarul tubului radiogen până la film, între care se află segmentul osos de examinat, ținând cont că intensitatea fasciculului de raze X scade cu pătratul distanței, urmare a proiecției conice a fasciculului incident.
- cantitatea totală de radiații primită de țesutul examinat, care este reprezentată de produsul dintre intensitatea fasciculului (mA), și timpul de expunere (s), adică de miliamperi secundă.
- folosirea sau nu a grilei antidifuzoare, grilele se folosesc în executarea radiografiilor pentru regiuni de dimensiuni și densitate mare, anihilând astfel efectul radițiilor secundare.
- în cazul în care segmentul osos se află în aparat gipsat, se lucrează cu tensiune (kV) mai ridicată cu 8 - 10kV.

În ceea ce privește executarea corectă a unei radiografii osoase trebuie îndeplinite patru condiții și anume:

1. regim de raze corect
2. efectuarea a minim două incidente pentru același segment osos, de principiu în incidente perpendiculare
3. încadrare și poziționare corectă a regiunilor de interes, cu prinderea în câmpul radiografic cel puțin a unei articulații
4. explorare bilaterală a regiunilor simetrice.

1. Radiografia bazinului

1.1. Radiografia bazinului de ansamblu (fig. 83 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu membrele superioare pe lângă corp, membrele inferioare în extensie, călcâiele distanțate la 10 cm și cele două haluce în contact, planul frontal paralel cu caseta.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră la jumătatea distanței dintre ombilic și simfiza pubiană.

Film 30/40 pe lat, marginea lui superioară depășește cu 3 cm crestele iliace.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1 m.



Figura 83 a. Poziționare

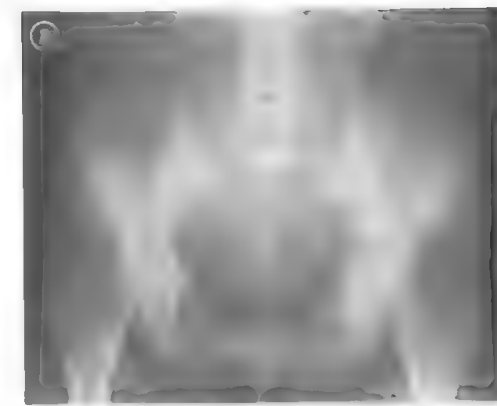


Figura 83 b. Radiografie bazin

1.2. Radiografia osului iliac de profil

Poziționare: pacientul în decubit lateral cu bazinul înclinat anterior la 45°. Membrul inferior din partea de radiografiat în extensie, membrul inferior de partea opusă flectat, cu genunchiul pe un sac de nisip.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră la 2 cm posterior de extremitatea superioară a plicii interfesiere.

Film 24/30 pe lung, marginea lui superioară depășește cu 3 cm creasta iliacă, marginea posterioară depășește cu 3 cm planul fesei.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1 m.

1.3. Radiografia pubisului (fig. 84)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, pubisul pe casetă, gambele flectate, sprijinite pe saci de nisip.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră prin regiunea superioară a plicii interfesiere și iese prin marginea superioară a pubisului.

Film 18/24 pe lat, pelvisul în centrul casetei.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75 cm.



Figura 84. Radiografie pubis

1.4. Radiografia articulațiilor sacroiliace bilaterală (fig. 85)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, gambele drepte.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră la jumătatea distanței între creasta iliacă și coccis.

Film 24/30 pe lat.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1 m.



Figura 85. Radiografie articulații sacroiliace bilateral

Trebuie menționat că radiografia osului iliac de profil, radiografia de pubis, radiografia articulațiilor sacroiliace, odată cu apariția CT-ului și IRM-ului, sunt depășite din punct de vedere tehnic și a informațiilor pe care le oferă.

2. Radiografia articulației coxo-femorale

2.1. Radiografia articulației coxo-femorale de față bilateral

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, cu membrele inferioare în extensie, ușoară abducție și rotație internă de 20°. Calcaneele la distanță de 10 cm unul de celălalt, degetele mari în contact. Spinele iliace antero-superioare în același plan paralel cu caseta.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, pătrunde la 4cm superior de marginea superioară a pubisului.

Film 30/40 pe lat, marginea superioară depășește cu 2 cm crestele iliace.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1m.

2.2. Radiografia articulației coxo-femorale de față unilateral (fig. 86 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, membrele inferioare în extensie, calcaneele la distanță de 10 cm, degetele mari în contact.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă, trece la 2 laturi de deget sub mijlocul liniei dintre spina iliacă antero-superioară și pubis.

Film 24/30 pe lung, marginea superioară depășește cu 1 cm spina iliacă antero-superioară, marginea laterală depășește cu 2 cm părțile moi.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1 m.

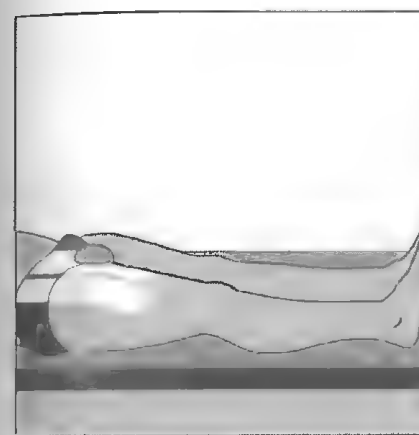


Figura 86 a. Poziționare



Figura 86 b. Radiografie șold față

2.3. Radiografia articulației coxo-femorale de profil (fig. 87 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, ușor aplecat anterior. Coapsa din partea examinată în flexie ușoară, coapsa opusă mult flectată cu genunchiul pe un sac de nisip.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, intră prin regiunea fesieră și iese prin marele trohanter (de partea examinată).

Film 24/30 în lung, marginea superioară depășește creasta iliacă cu 2cm, marginea posterioară depășește părțile moi cu 2 cm.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75 cm.

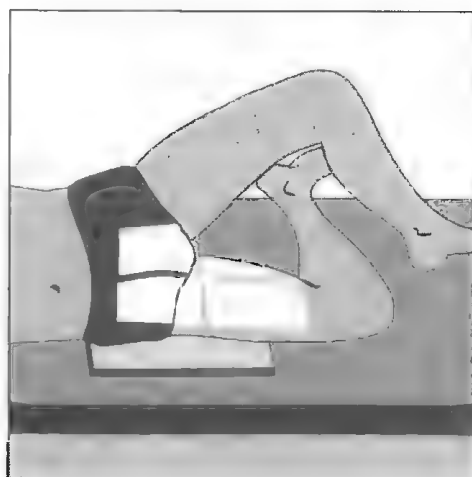


Figura 87 a. Poziționare



Figura 87 b. Radiografie șold profil

3. Radiografia femurului

3.1. Radiografia femurului de față (fig. 88 a, b)

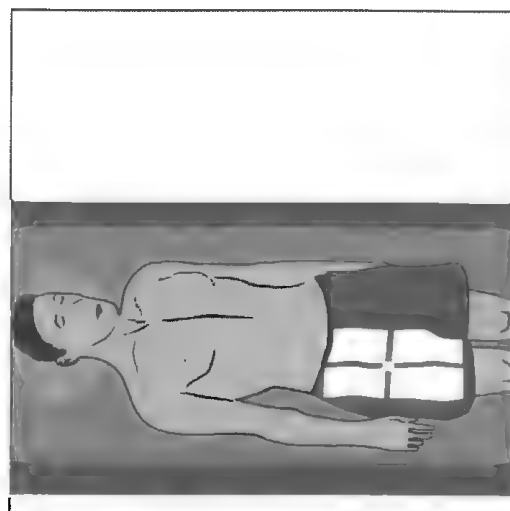
Poziționare: pacientul în decubit dorsal, genunchii alipiți cu membrele inferioare în extensie.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă, pătrunde în mijlocul casetei.

Film 15/40 în lung, marginea superioară la 3 cm superior de marele trohanter, marginile internă și externă, la distanțe egale de părțile moi.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75-100 cm.



Figuri 88 a. Poziționare

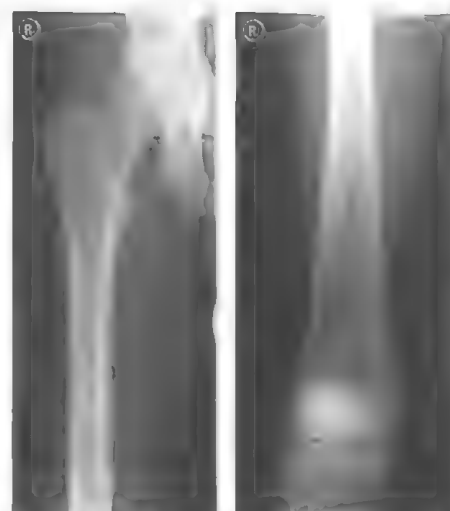


Figura 88 b. Radiografie femur de față

3.2. Radiografia femurului de profil (fig. 89 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, gamba de partea de radiografiat ușor flectată, genunchiul lipit de casetă, genunchiul opus în flexie, trecut înaintea membrului ce trebuie radiografiat (sau trecut posterior, sprijinit pe saci de nisip).

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin jumătatea feței interne a coapsei.

Film 15/40 în lung, marginea superioară la 3 cm superior de marele trohanter, marginile anterioară și posterioară la distanțe egale de părțile moi.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75-100 cm.

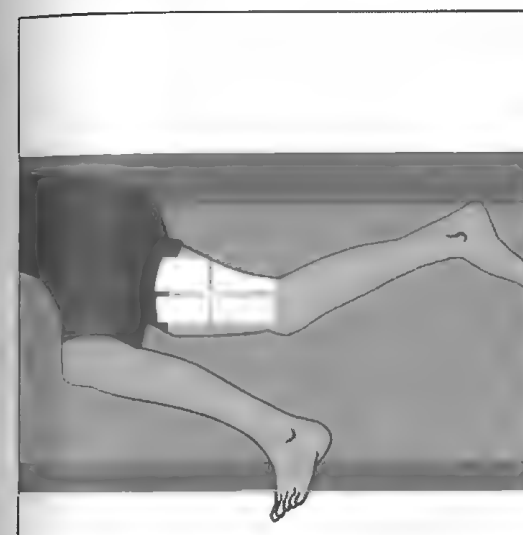


Figura 89 a. Poziționare



Figura 89 b. Radiografie femur de profil

4. Radiografia genunchiului

4.1. Radiografia genunchiului de față unilateral (fig. 90 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, piciorul perpendicular pe masă, gamba în extensie.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, la 2 cm sub rotulă.

Film 18/24 pe lung, marginea superioară la 5 cm deasupra rotulei. Marginile internă și externă la distanțe egale de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

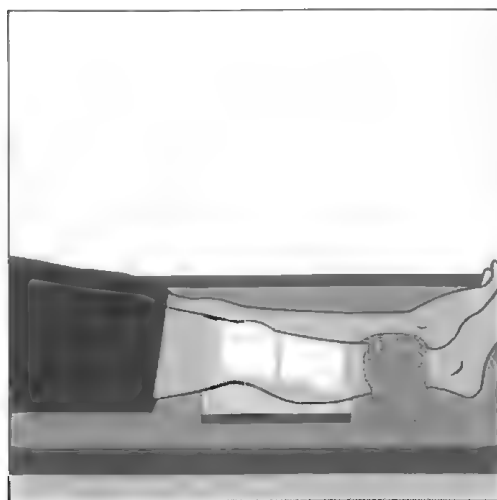


Figura 90 a. Poziționare



Figura 90 b. Radiografie genunchi față unilateral

4.2. Radiografia genunchiului de față bilateral

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, cu genunchii în extensie, piciorul perpendicular pe masă, genunchii alipiți, degetele mari alipite, maleolele interne aproape în contact.

Centrare: raza centrală perpendiculară trece prin mijlocul liniei care trece la 2 cm sub vârful rotulelor.

Film 30/40 pe lat.

Distanța focus-film: 1 m.

4.3. Radiografia genunchiului de profil (fig. 91 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, genunchiul de radiografiat, ușor flectat plasat pe casetă cu fața laterală, membrul opus în flexie accentuată și dus înaintea genunchiului examinat (sau dus posterior).

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă, intră prin regiunea anterioară a spațiului articular.

Film 18/24 în lung, marginea superioară depășește cu 5 cm rotula, marginea anterioară la 2 cm de fața anterioară a rotulei.

Distanța focus-film: 75 cm.

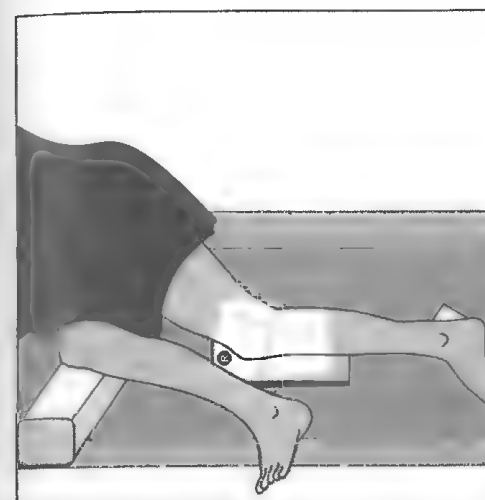


Figura 91 a. Poziționare



Figura 91 b. Radiografie genunchi Profil

5. Radiografia rotulei

5.1. Radiografia rotulei de față, incidență postero-anterioară (Didiee)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, cu rotula în contact cu caseta, gamba ridicată și sprijinită pe saci cu nisip, degajând rotula de condiliile femurale.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal 30° vizează rotula.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus-film: 75 cm.

5.2. Radiografia rotulei de profil (fig. 92)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, genunchiul de radiografiat semiflectat se sprijină cu fața externă pe casetă. Membrul sănătos, flectat și dus înaintea genunchiului de radiografiat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, vizează rotula.

Film 18/24 pe lung, marginea superioară a casetei depășește cu 5 cm rotula. Rotula în centrul casetei.

Distanța focus-film: 75 cm.



Figura 92. Radiografie rotulă profil

5.3. Radiografia rotulei incidență oblică postero-anterioară

Poziționare: pacientul în decubit ventral, genunchiul flectat, în ușoară rotație internă. Călcâiul rotat înăuntru. Rotula se sprijină prin jumătatea medială.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, vizează rotula.

Film 18/24 pe lung, rotula în centrul casetei.

Distanța focus-film: 75 cm.

5.4. Radiografia rotulei incidență axială (fig. 93 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, gamba în flexie forțată pe coapsă și bine imobilizată.

Centrare: raza centrală înclinată oblic caudo-cranial vizează vârful rotulei în axa sa.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus-film: 75 cm.

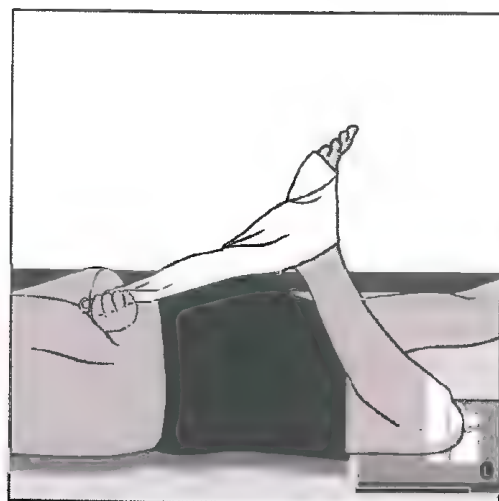


Figura 93 a. Poziționare



Figura 93 b. Radiografie axială de rotulă

6. Radiografia gambei

6.1. Radiografia gambei de față (fig. 94 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, membrul inferior în extensie, vârful picioarelor rotat intern.

Centrare: raza centrală perpendiculară, la jumătatea gambei la 1 cm medial de tibie.

Film 15/40 în lung, marginea superioară la nivelul condilului femural, marginile externă și internă la distanță egală de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

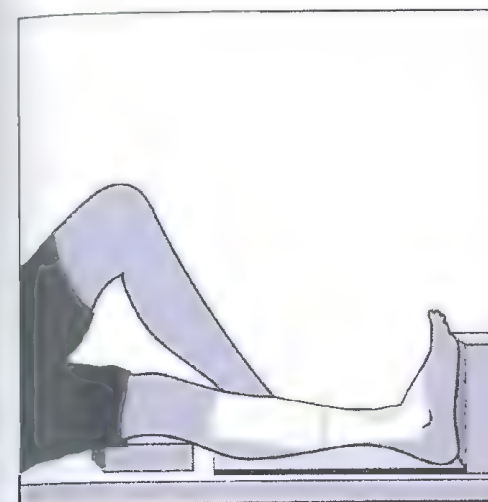


Figura 94 a. Poziționare



Figura 94 b. Radiografie gambă față

6.2. Radiografia gambei de profil (fig. 95 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, gamba pe casetă, prin fața laterală. Membrul inferior sănătos în flexie adus anterior sau posterior.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul marginii posterioare a tibiei.

Film 15/40 pe lung, marginea superioară la nivelul condilului femural, marginile anterioară și posterioară la distanță egală de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

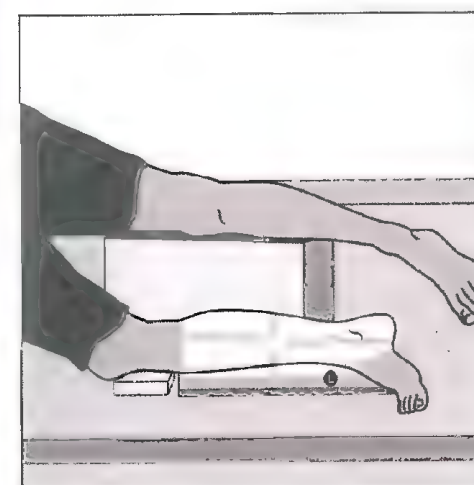


Figura 95 a. Poziționare



Figura 95 b. Radiografie gambă profil

7. Radiografia articulației tibio-tarsiene (gleznă)

7.1. Radiografia articulației tibio-tarsiene de față (fig.96 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, gamba în extensie, planta se sprijină pe un sac de nisip sau suport, formând cu gamba un unghi obtuz (flexia plantară), piciorul în rotație internă (al 4-lea deget perpendicular pe casetă).

Centrare: raza centrală perpendiculară, sau dacă unghiul este puțin deschis raza e înclinată caudo-cranial din afară - înăuntru, perpendicular pe linia articulară tibio-tarsiană la 1cm deasupra vârfului maleolei interne.

Film 18/24 pe lung, marginea inferioară la 3cm sub calcaneu, marginile internă și externă la egală distanță de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

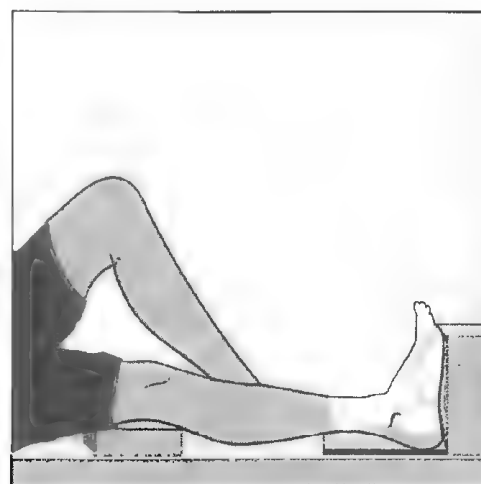


Figura 96 a. Poziționare

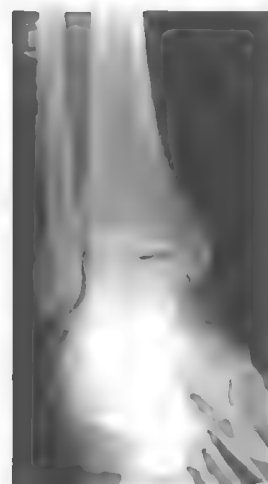


Figura 96 b. Radiografie gleznă de față

7.2. Radiografia articulației tibio-tarsiene de profil (fig. 97 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, articulația se sprijină cu fața laterală pe casetă, genunchiul sănătos în flexie adus anterior sau posterior de membrul de radiografiat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră la 1cm deasupra maleolei interne.

Film 18/24 în lung, articulația tibio-tarsiană în centrul filmului.

Distanța focus-film: 75 cm.

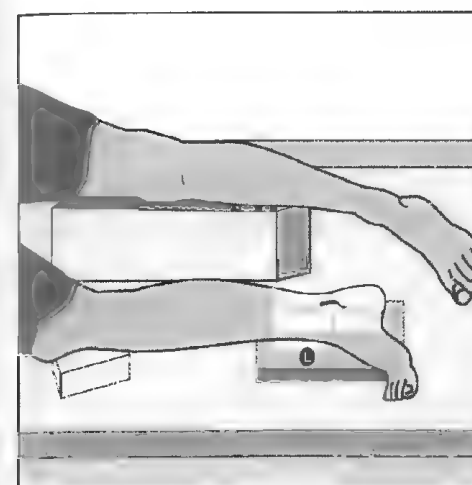


Figura 97 a. Poziționare



Figura 97 b. Radiografie gleznă profil

8. Radiografia plantei

8.1. Radiografia plantei de față (fig. 98 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, genunchiul în flexie, planta în centrul casetei.

Centrare: raza centrală înclinată caudo-cranial 10° intră prin extremitatea proximală a celui de-al II lea metatars (pentru radiografia tarsului) sau prin al II-lea spațiu interosos (pentru radiografia degetelor și metatarsienelor).

Film 18/24 pe lung, marginea inferioară la 2 cm de vârful degetelor.

Distanța focus-film: 75 cm.

Radiografia se poate realiza și cu pacientul în șezut pe scaun, cu caseta sub picior sau cu dispozitiv cuneiform Clark.

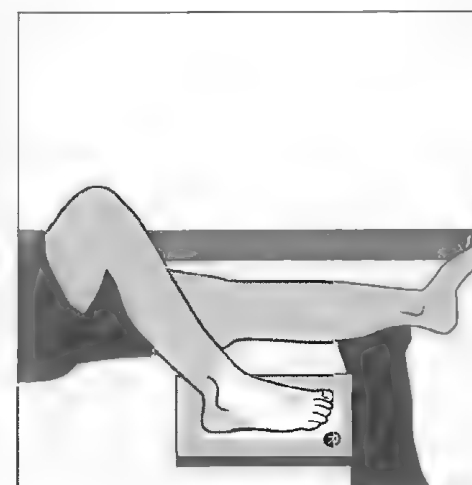


Figura 98 a. Poziționare

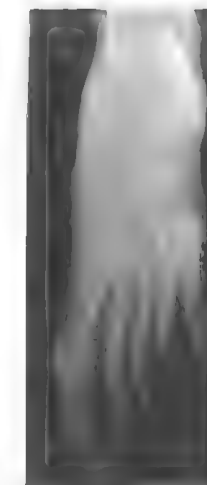


Figura 98 b. Radiografie antepicior față

8.2. Radiografia plantei de profil (fig. 99)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, cu fața externă pe mijlocul casetei, genunchiul sănătos în flexie și adus înaintea membrului de explorat.

Centrare: raza centrală pentru antepicior perpendiculară pe casetă intră la 2 cm anterior și inferior de maleola internă. Pentru disocierea ultimelor 3 metatarsiene se recomandă incidența ușor oblică.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus-film: 75 cm.



Figura 99. Radiografie antepicior profil

9. Radiografia calcaneului

9.1. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială descendentă

Poziționare: pacientul în ortostatism, aplecat înainte, genunchii flectați, planta piciorului aplicată pe casetă. Pacientul se sprijină cu mâinile pe spătarul unui scaun. Se utilizează dispozitiv Clark.

Centrare: raza centrală înclinată postero-anterior 20° cu verticala, intră la un lat de deget deasupra tuberozității calcaneului la inserția tendonului ahilian.

Film 18/24 pe lung, marginea posterioară la 2cm de calcaneu (bilateral 24/30).

Distanța focus-film: 75 cm.

9.2. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială ascendentă (fig.100 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, gamba în extensie, picior menținut în flexie maximă pe gambă cu ajutorul unei benzi care traversează antepiciorul.

Centrare: raza centrală oblică, înclinată caudo-cranial, 35° față de verticală, intră prin planta piciorului puțin sub mijlocul ei.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus-film: 75 cm.

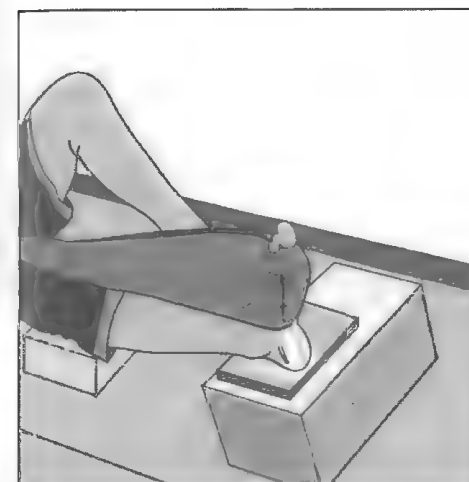


Figura 100 a. Poziționare



Figura 100 b. Radiografie axială calcaneu

XVI.2.2. Examenul computertomografic (CT) a membrului inferior

Membrul inferior la CT se explorează la fel ca la examenul radiologic convențional și anume pe segmente și nu în totalitate, având în vedere că fiecare segment are anatomic o poziție proprie.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal sau ventral în funcție de segmentul de interes, astfel încât planul mediosagital al segmentului de interes să fie perfect perpendicular pe masa echipamentului. Poziționarea segmentului de examinat se face în limita posibilităților identic ca la radiologie.

Centrare: încrucișarea razelor de ghidaj să se afle în centrul segmentului de interes.

Topograma: se realizează o topogramă frontală sau laterală.

Scanare: de la nivelul articulației proximale până la nivelul articulației distale a segmentului de interes, sau doar a articulației propriu zise, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planul de achiziție este perpendicular pe segmentul de interes, pe cât este posibil anatomic.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru os și una pentru părțile moi.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depinde de regiunea examinată.

XVI.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a membrului inferior

Explorarea IRM a structurilor membrului superior aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu segmentul de interes poziționat într-o antenă specială, sau după caz în antena de suprafață, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: a segmentului de interes, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital și coronal), precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată.

Capitol XVII

TEHNICI RADIOIMAGISTICE DE EXPLORARE A SÂNULUI

Iulia Alecsandra Sălcianu

XVII.1. Noțiuni de radioanatomie a sânului

Glanda mamară este un organ pereche și simetric, anexat aparatului reproductiv și destinat secreției lactate. Sânul este o structură complexă ce cuprinde țesut glandular (glandă mamară) și țesut celulo-adipos dispus între lobii și lobulii glandulari, împreună cu vasele sangvine și limfatice și nervii.

Cadranele sânului

Din punct de vedere anatomic, sânul a fost împărțit în cinci cadrane:

- linia medioclaviculară împreună cu orizontala care trece prin mamelon determină patru cadrane: inferointern, inferoextern, superoextern și superointern;
- o linie circulară situată la 1 cm de marginea areolei delimitează cadrantul central.

Dezvoltarea glandei mamare

Glanda mamară este un organ derivat din ectoderm (creasta mamară), fiind similară la ambele sexe, la naștere structura fiind identică la bărbați și la femei.

În primul trimestru, creasta mamară dă naștere la primordiile mamare, reprezentate de 15-20 de cordoane epiteliale. În al doilea trimestru, cordoanele capătă lumene (ducte) și prezintă două straturi celulare. În ultimul trimestru, ductele se ramifică. La naștere se observă o ectazie ductală neonatală și vacuolizarea celulelor epiteliale (fenomen datorat hormonilor materni). Totodată, se produce proliferarea mezenchimului, cu elevarea mamelonului.

Dezvoltarea în perioada copilăriei și adolescenței

În copilărie se produce o creștere izometrică. Aspectul histologic este similar la femeie și la bărbat. Sistemul ductal este rudimentar fără lobuli, cu țesut conjunctiv dens.

La pubertate la bărbat persistă aspectul din perioada prepubertară, iar la femeie se produce creșterea allometrică. Aceasta presupune extinderea spre periferie a sistemului canalicular și astfel iau naștere lobuli adevărați. Țesutul gras se acumulează în rețeaua interlobară, iar areola și mamelonul iau aspectul definitiv.

Dezvoltarea normală a sânelui

La nou născut datorită crizei genitale (prin scăderea hormonilor placentari) se produce o secreție lactată tranzitorie. Până la pubertate sânul are o perioadă de „liniște”.

La pubertate, dezvoltarea sânelui este anterioară apariției menarhei și se definește prin stadiile Tanner:

- infantil,
- ridicarea mamelonului și lărgirea areolei,
- creșterea sânelui, areola fiind în același plan cu sânul,
- sânul are aspect piriform, areola este proeminentă, șanțul mamar inferior este bine vizibil, areola este situată în planul sânelui.

Elemente de anatomie descriptivă a glandei mamare la femeie

Tegumentul nu are aceleași caracteristici peste tot, fiind mai gros la periferia glandei și la polul inferior (șanțul inframamar).

Țesutul glandular, histologic este alcătuit din acini, grupați, formând unitățile de bază – lobulii, înconjurând ductele alveolare în care își golesc conținutul (UDTL). Ductele alveolare drenează în ductele intralobulare, ansamblul de lobuli ce drenează același duct intralobular formând un lobul mamar. Ductele lactofore (un duct pentru fiecare lob) converg spre mamelon, la nivelul căruia se deschid prin orificiile lactofore.

Țesutul adipos – originea embriologică ectodermală face ca țesutul glandular să fie amestecat cu țesutul adipos subcutanat, în cantități variabile.

Țesutul conjunctiv determină apariția unor septuri fibroase subțiri, ce separă lobii și lobulii. Acesta trimite extensii, terminându-se la nivelul dermului și formând ligamentele lui Cooper, care constituie *sistemul de susținere*, împreună cu tegumentul.

Areola mamară are o suprafață neregulată, presărată cu tuberculi Morgagni. Suprafața mamelonului este neregulată datorită orificiilor de deschidere ale celor 15-20 ducte lactofore.

Musculatura cu care vine în raport sânul este reprezentată de mușchii pectoral mare, mare dințat, mușchiul oblic extern și fascia mușchiului drept abdominal.

Vascularizația arterială este reprezentată de trei plexuri vasculare: subdermal, preglandular și retroglandular (conectate printr-un sistem anastomotiv intraglandular),

iar *vascularizația venoasă* a regiunii mamare se face prin două plexuri, superficial și profund (anastomozate prin sistemul intraglandular și periferic). Modelul *sistemului limfatic* al sânelui poate fi suprapus pe cel al sistemului arterial.

Inervația sânelui este asigurată de nervii cutanați (prelungirile ramurii supraclaviculare din plexul cervical superficial) și nervii cutaneo-glandulari (omologii plexului arterial, derivați din ramurile perforante ale nervilor intercostali).

Elemente de anatomie descriptivă a glandei mamare la bărbat

Sânul masculin normal are un contur realizat de mușchi, grăsime și piele. Excesul de grăsime sau al glandei, mai ales de-a lungul regiunii inferioare, poate determina apariția unui contur feminin al sânelui. Poate exista țesut glandular care poate varia cantitativ.

Sânul masculin este o structură rudimentară, care nu are scop funcțional, fiind asemănător cu sânul pubertar al femeii. El constă dintr-o stromă fibro-adipoasă cu numeroase fibre musculare netede dezorganizate. Sânul la bărbat ar trebui să conștie în principal din mușchiul pectoral cu o cantitate minimă de țesut adipos și glandular.

Structura de bază a sânelui masculin diferă de cea la femeie prin cantitatea și calitatea țesutului glandular. De obicei, sânul la bărbat conține mici cantități de țesut glandular care sunt dispuse sub complexul areola-mamelon.

La fel ca cel feminin, sânul masculin are un mamelon precum și o areolă, dar lipsesc glandele mamare și conductele necesare pentru a produce lapte. Ductele, distal, nu se ramifică și nu există acini (ULDT; lobuli), iar proximal nu prezintă sinus lactifer.

XVII.2. Mamografia diagnostică

Mamografia rămâne cea mai utilă metodă de diagnostic în afecțiunile mamare în general și în cancerul de sân în special. Este cotate cu o sensibilitate de 80-90%, dar cu o specificitate relativ mică de numai 20%.

Mamografia oferă imagini detaliate ale structurilor interne ale glandei mamare, fiind efectuată fie în scop diagnostic, fie în cadrul programelor de screening, permițând o detecție cât mai precoce a cancerului de sân.

Beneficiile screeningului cu ajutorul mamografiei depășesc riscurile de orice fel datorate iradierii. Ultimile studii au arătat că iradierea necesară pentru efectuarea unei mamografii este mai mică decât iradierea naturală.

Folosirea unei doze scăzute îi permite medicului radiolog să repete mamografia o dată pe an începând cu vârsta de 40-50 ani. O mamografie poate fi indicată unei femei care are antecedente personale sau familiale de cancer la sân sau la alte organe, în funcție de vârsta ei.

Acele paciente care nu sunt la menopauză trebuie să se asigure ca nu sunt însărcinate înainte de efectuarea mamografiei, datorită riscului potențial al expunerii.

Pentru femeile care au implant mamar există un risc extrem de scăzut ca presiunea exercitată în timpul procedurii să cauzeze o ruptură sau o herniere a protezei. Dacă acest eveniment se întâmplă poate fi necesară o intervenție chirurgicală pentru a îndepărta implantul. Pentru femeile cu implant de sân, abilitatea unei mamografii de a detecta anomaliile scade de la 92% la 33%, deoarece conținutul protezei obturează vizualizarea optimă a țesutului glandular mamar, la fel ca și țesutul cicatricial ce se formează în jurul implantului.

Mamografia poate detecta peste 85% din tumorile sânelui și rezultatele sunt mai bune dacă screeningul este corelat cu examinarea fizică. Este evident că examenul screening la femeile de peste 50 de ani reduce numărul de decese datorate cancerului de sân. Oricum, la femeile mai tinere de 50 de ani, examenul screening al sânelui cu raze X oferă beneficii minime sau deloc.

Conform Societății Americane pentru Cancer femeile după 20 de ani ar trebui să-și facă autoexaminarea sânelor lunar, iar cele cu vârste cuprinse între 20 și 40 de ani ar trebui să fie examinate de către un medic la fiecare 3 ani și anual după ce împlinesc 40 de ani.

Prima mamografie, de bază, se efectuează optim între 35-40 ani. În cazul femeilor cu vârste cuprinse între 40-49 ani, mamografia se efectuează la fiecare 1-2 ani, iar după 50 de ani, mamografia trebuie să se facă anual. Investigații mai frecvente trebuie să efectueze persoanele ce au un istoric personal sau familial de tumori mamare.

Țesutul mamar la femeile mai tinere (cu vârstă mai mică de 30 de ani) tinde să fie mai dens, ceea ce face mai dificilă detectarea micilor modificări ce pot să apară pe mamografie. Aceste femei pot face examen screening pentru tumorile mamare cu ajutorul ecografiei o dată la fiecare 2-3 ani.

Mamografia se efectuează cu un aparat radiologic special numit mamograf, iar pentru a obține o expunere optimă este necesară comprimarea sânelui. Procesarea și dezvoltarea filmului sunt riguros controlate pentru a obține o imagine de cea mai bună calitate.

Mamografia nu este dureroasă. Unele femei pot avea un ușor disconfort momentan dar numai pe parcursul presării sânelui de către aparat, procedeu necesar pentru a obține o imagine clară și precisă.

Mamografiile sunt folosite pentru a diagnostica modificările sau anomaliile de structură detectate prin autoexaminarea sânelor sau prin examen clinic și necesită adesea mai mult de două expuneri, fiind folosite ca screening pentru a detecta cancerul incipient, nesuspectat.

XVII.3. Principalele incidente ale mamografiei

Poziționarea sânelui este un factor cheie care influențează calitatea mamografiei. O atenție deosebită în timpul poziționării pacientului poate elimina cele mai multe artefacte mamografice și crește performanța de interpretare a mamografiei. Poziționarea optimă maximizează cantitatea de țesut mamar vizualizat pe clișeul mamografic. Rotirea corectă și adecvată a capului pacientului pentru incidența de față și ridicarea brațului pacientului pentru incidența oblică sunt foarte importante.

În timpul mamografiei, în mai multe cazuri pacientele sunt poziționate în mod necorespunzător și se obțin rezultate neconcludente. Leziunea poate fi identificată numai pe o singură incidență. Deci, adaptarea mamografiei la nevoile specifice ale pacientului este foarte importantă.

Un alt factor important care afectează calitatea imaginii este compresia sânelui în timpul efectuării mamografiei. O compresie adecvată separă structuri suprapuse și este de asemenea utilă în diferențierea dintre o leziune și o structură normală suprapuse. Acesta îmbunătățește calitatea și detaliile unei patologii discutabile.

Eșecurile în poziționarea optimă și a compresiei corespunzătoare sunt dependente de operator. Ele pot fi evitate.

Incidente de bază

Incidența cranio-caudală (incidența de față) (fig. 101)

Incidența de față (CC) ar trebui, în mod ideal, să cuprindă o cantitate de țesut mamar maxim, cu spațiul retroglandular și mușchiul pectoral vizibil. De asemenea, se poate vizualiza grăsimea retroglandulară, adiacentă mușchiului pectoral, ca o bandă radiotransparentă, pielea nefiind vizibilă fără spot luminos.

Pe un film mamografic în incidența de față mamelonul ar trebui să fie în profil, în afara sânelui (nu trebuie să fie îndreptat spre lateral sau medial), iar distanța mușchi pectoral – mamelon trebuie să aibă o diferență de cel mult 1cm față de aceeași măsurătoare pe incidența oblică corespunzătoare aceluiași sân.

Pentru incidența CC, poziționarea pacientului se face în așa fel încât mamelonul se află aproximativ în mijlocul detectorului. Detectorul trebuie reglat în funcție de conformația pacientului. În cazul în care este coborât, sânul se va lăsa în jos, iar mamelonul va rula inferior. De asemenea, vor fi formate pliuri ale pielii. În cazul în care este plasat prea sus, o porțiune considerabilă a sânelui ar fi ratată.

Pacientul este rugat să se aplece în față, spre aparat, pentru a aduce mai aproape sânul de detector. Acest lucru are ca rezultat întinderea sânelui și includerea porțiunii sale posterioare în mamografie. Partea inferioară a sânelui trebuie sprijinită

și trasă în sus, astfel partea profundă, precum și cea inferioară a sânului să fie incluse pe clișeul în incidență de față.

Umărul, de partea care este examinată, este împins inferior pentru a relaxa mușchiul pectoral, astfel încât pe clișeul mamografic să fie inclus și țesutul mamar din cadranele externe.

Vizualizarea mușchiului pectoral pe incidența de față înseamnă de fapt că nicio porțiune de țesut mamar de-a lungul peretelui toracic nu a fost exclusă.

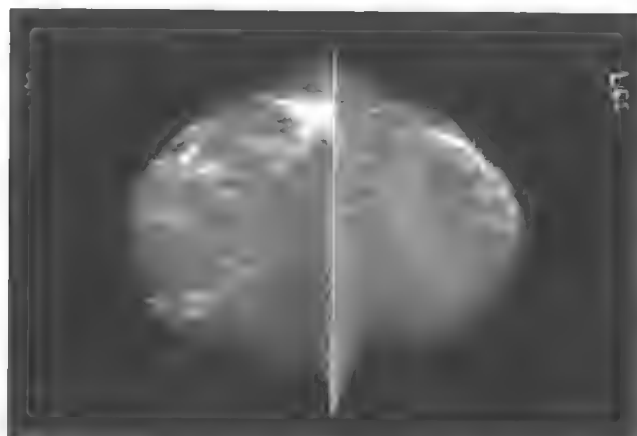


Figura 101. Incidență de față ambii sâni

Incidența medio-laterală oblică (MLO) (fig. 102)

Această poziționare permite vizualizarea cvasitotală a glandei mamare.

Pe incidența oblică, sânul ar trebui să fie scos cu mamelonul în profil, proiectat în afara sânului. Și această poziționare permite vizualizarea grăsimii retroglandulare, precum și pliul submamar.

Incidența oblică ar trebui să evidențieze de asemenea axila și prelungirea axilară a glandei mamare.

Marginea mușchiului pectoral trebuie să fie bine vizualizată. Marginea anterioară a mușchiului este concavă spre exterior (semn că mușchiul este relaxat). Marginea inferioară a sa ar trebui să fie la nivelul liniei mamelon – mușchi pectoral sau mai jos și distanța mușchi pectoral – mamelon trebuie să aibă o diferență de cel mult 1 cm față de aceeași măsurătoare pe incidența de față. În incidența MLO, mușchiul pectoral trebuie identificat oblic dinspre cranial spre caudal. Atunci când ambii sâni sunt examinați ca imagini „în oglindă” în incidență oblică, mușchii pectorali ar trebui să se întâlnească pe linia mediană și să formeze un "V".

În timpul efectuării incidenței MLO, pacientul trebuie să se aplece spre aparat pentru a permite o vizualizare maximă a țesutului mamar. Brațul aparatului mamografic este rotit la 45°, cu scopul de a cuprinde maximum de țesut mamar și mușchiul

pectoral. Uneori, unghiul este individualizat pentru fiecare sân ($\pm 10^\circ$). Pacientul este rugat să se relaxeze și se face un efort pentru a include maximum de țesut mamar, inclusiv axila, prelungirea axilară a glandei mamare, și/sau spațiul retromamar. Este important ca compresia să fie aplicată pe întreaga suprafață a sânului cuprinsă pe imaginea mamografică.

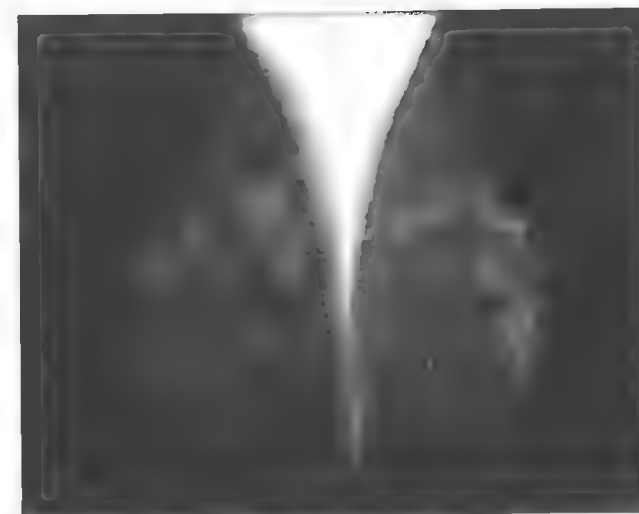


Figura 102. Incidența oblică ambii sâni

Incidența latero-laterală (profil)

În această incidență, vizualizarea mușchiului pectoral este variabilă în funcție de tipul de profil, intern sau extern și este identificat ca o bandă radio-opacă, pe cel puțin jumătate din imagine.

Se poate vizualiza pliul submamar, fără superpoziție. De asemenea, într-o poziționare corect efectuată, mamelonul este proiectat în afara sânului.

Incidența medio-laterală (ML) este efectuată din centrul toracelui spre exterior. În cazul în care nu se face o incidență oblică, poziția medio-laterală poate fi preferată incidenței latero-mediale, deoarece cadranele externe ale sânului sunt cel mai frecvent interesate de procesele patologice.

Incidențe complementare

- Clișeul centrat (compresie țintită – „spot compresion”) folosește un compresor de dimensiuni reduse care diminuează suprapunerea tisulară și/sau lezională.
- Clișeul mărit este util pentru caracterizarea focarelor de microcalcificări, folosind focarul mic al tubului
- Clișee cu modificarea orientării fascicolului de raze X sau a proiecției glandei
- Tehnici particulare (perete, tangențiale, proteze etc).

Singura incidență pe care apare glanda mamară în cvasitotalitate este incidența oblică (muschiul pectoral bine tras). Pe celelalte incidente nu este posibilă cuprinderea întregii glande.

XVII.4. Alte tipuri de examinări mamografice

4.1. Mamografia stereotaxică

Aceasta tehnică permite, după o anestezie locală, inserarea unui dispozitiv metalic cu un mic cârlig la capătul lui, într-un nodul de la nivelul glandei mamare care nu poate fi palpat. Acel dispozitiv va ghida ulterior chirurgul în timpul operației de îndepărtare completă a tumorii și a țesutului sănătos din jur.

După operație se va face o nouă expunere a sânului pentru a asigura că toate țesuturile suspecte au fost îndepărtate.

4.2. Galactografia

Galactografia (ductografia) este un examen radiologic ce permite vizualizarea canalelor galactofore ale glandei mamare.

Aceasta este indicată în cazul unei secreții mamelonare unilaterale anormale și la care rezultatul mamografiei este normal. Prin această tehnică este evaluat un singur canal galactofor. Investigația este indicată tuturor pacientelor la care se suspicionează o tumora intraductală, adică localizată în interiorul unui canal lactifer, aceasta putând fi benignă sau malignă.

Examenul constă în injectarea cu ajutorul unui mandren, în porul respectiv, a unui produs de contrast radio-opac înainte de a efectua un cliseu mamografic. Acest examen nu este dureros și nu necesită nici spitalizare, nici anestezie. Uzual, se efectuează două incindețe standard după injectarea substanței de contrast.

Ductografia presupune într-o primă etapă detectarea canalului galactofor anormal. Pacienta este rugată să exprime mamelonul și, în condiții de asepsie și sub magnificație, este evidențiat canalul galactofor anormal. În etapa a doua are loc cateterizarea canalului galactofor anormal. Odată ce canalul galactofor anormal a fost detectat, se introduce o canulă foarte subțire în interiorul acestuia. Etapa a treia presupune injectarea substanței de contrast. Se injectează aproximativ 1-2 ml de substanță de contrast radio-opacă. Cu toate că, în majoritatea cazurilor este injectată o substanță radio-opacă, se poate injecta și albastru de metil care este indicat pacientelor la care urmează să se intervină chirurgical, astfel în timpul operației se pot pune în evidență cu ușurință limitele tumorii. Următoarea etapă presupune efectuarea mamografiei în două incidente standard în vederea obținerii ductogramei.

Ductografia este contraindicată pacientelor cu alergii documentate la substanța de contrast, pacientelor cu intervenții chirurgicale la nivelul mamelonului și areolei mamare, pacientelor cu scurgeri mamelonare bilaterale (cel mai frecvent este o consecință, cauza nefiind locală).

4.3. Pneumocistografia

Pneumocistografia constă în efectuarea unei mamografii după evacuarea unei leziuni chistice cu ajutorul unui ac fin de aspirație și introducerea în chist a unei cantități de aer care mulează peretele chistului evidențiind formațiuni parietale suspecte.

4.4. Mamografia digitală cu tomosinteză

Din cauza faptului că țesutul mamar este dens, are o structură complexă, fiind înconjurat și de multă grăsime, unele semne timpurii ale cancerului și unele tumori mici pot scăpa radiologului la mamografia tradițională. În acest sens, în 2011, a fost aprobată de către FDA (Food and Drugs Administration) mamografia digitală cu tomosinteză. Tehnica este disponibilă și în România.

Această tehnică folosește o tehnologie imagistică inovatoare, care realizează o imagine tridimensională a sânilor. Tomosinteza permite radiologului să identifice și să poată caracteriza structurile mamare individuale, evitând confuziile legate de țesutul suprapus. Precizia acestui tip de mamografie reduce riscul ca pacienta să facă biopsii sau intervenții chirurgicale inutile și probabilitatea reluării investigațiilor.

De asemenea, mamografia 3D oferă o imagine mult mai detaliată a sânului față de mamografia clasică de tip 2D. În plus, acest lucru oferă avantajul de a scădea probabilitatea de a rechema pacienta pentru o mamografie repetată, scăzând astfel doza de radiații la care ar fi supusă și, deci, scăderea anxietății pacientei. Un alt avantaj al mamografiei tridimensionale îl presupune reducerea durerii prin aplicarea unei presiuni mai blânde asupra sânilor față de o mamografie obișnuită. Mamografia 3D cu tomosinteză este indicată tuturor tipurilor de sâni, dar este foarte utilă în cazul sânilor mari sau foarte denși, unde țesutul gras ar îngreuna vizualizarea corectă printr-o mamografie 2D. Mamografia 3D trasează cu acuratețe limitele tumorale și localizează tumora cu mai multă precizie într-o hartă tridimensională a sânului respectiv.

Mamografia cu tomosinteză se recomandă anual femeilor de peste 40 de ani sau celor cu risc crescut de cancer de sân.

Acest tip de mamografie folosește în mod obișnuit 2 fascicule de raze X, pentru fiecare sân, emise pe direcția verticală și cea orizontală. Sânul este așezat la fel ca și în cazul unei mamografii obișnuite, dar presiunea exercitată asupra acestuia este foarte mică, doar atât cât să țină sânul într-o poziție stabilă în timpul procedurii. Tubul

de raze X se mișcă pe un arc de cerc în jurul sânelui, producând un număr mare de imagini în doar câteva secunde. Informația este transmisă către un computer iar imaginile individuale sunt ulterior reconstruite într-o serie de imagini consecutive, de înaltă rezoluție, în planuri paralele. Limita de separare a acestor imagini este de 1mm.

Studiile au arătat că adăugarea tomosintezei la mamografia digitală a îmbunătățit acuratețea diagnosticului și a redus rata expunerilor ulterioare, iar în două incidente, a dublat performanța diagnosticului reducând în același timp rata de reexaminare la intervale scurte.

Avantajele și dezavantajele mamografiei

Mamografia permite vizualizarea structurilor mamare, având o rezoluție spațială foarte bună (identifică elementele fine ale arhitecturii sânelui, precum și microcalcificările). De asemenea, prezintă un contrast excelent, făcând deosebirea între țesutul glandular normal și un carcinom.

Însa, rezultatele mamografiei depind foarte mult de calitatea tehnică, inclusiv poziționare. Totodată, trebuie evitate artefactele, lucru posibil printr-o poziționare corectă, o compresie adecvată a sânelui, includerea pe clișeul mamografic a unei cantități cât mai mari de țesut glandular și marcarea corectă a filmului mamografic.

Deși mamografiile nu au o acuratețe de 100%, controlul regulat cu ajutorul mamografiei reprezintă cea mai bună metodă radiologică de a descoperi cancerul de sân precoce, înainte de a apărea semne sau simptome evidente de cancer. Unele studii au arătat că mamografia poate reduce rata de deces prin cancerul de sân cu mai mult de o treime.

XVII.5. Ecografia mamară

Ecografia mamară reprezintă examinarea cu ultrasunete a sânelor. Aceasta nu este indicată ca tehnică de screening pentru masele oculte sau microcalcificările din sân și nu înlocuiește mamografia.

Este metoda imagistică de primă intenție la pacientele cu vârsta sub 40 ani (pentru diagnosticul precoce și monitorizarea afecțiunilor mamare), la femeile gravide sau la cele care alăptează. La femeile de peste 40 ani este folosită ca metodă complementară mamografiei (explorează sânii denși mamografic, caracterizează suplimentar o masă descoperită mamografic, explorează sânii cu proteze mamare și ghidează procedurile intervenționale). De asemenea, este indicată femeilor ale caror rude de gradul I prezintă afecțiuni maligne ale sânelui, chiar în absența unor modificări.

Se poate utiliza ca tehnică de ghidaj pentru drenaj, pentru a se recolta o biopsie sau pentru ghidaj pe parcursul intervențiilor chirurgicale de la nivelul sânelui.

Ecografia este o metodă neinvazivă, neiradiantă și nedureroasă, fiind disponibilă pe scară largă, ușor de utilizat și este mai puțin costisitoare decât alte metode imagistice. Ecografia oferă o imagine în timp real, ceea ce o transformă într-un instrument potrivit pentru ghidare în cadrul procedurilor minim invazive.

Poate fi folosită în condiții de maximă siguranță pentru copii și femeile gravide și poate fi repetată oricând.

Cu ajutorul ecografiei mamare se pot adăuga informații importante la rezultatele altor teste, cum ar fi mamografia sau IRM de sân.

Ecografia mamară cu sonoelastografie este o metodă complementară ecografiei ce măsoară elasticitatea unei leziuni comparativ cu țesutul adiacent sănătos, ajutând astfel la diferențierea leziunilor benigne de cele maligne.

XVII.6. Imagistica prin rezonanță magnetică a sânelui

Imagistica prin rezonanță magnetică pentru sân este o altă metodă imagistică neinvazivă care poate fi folosită în scopul examinării sânelor ca mijloc de diagnosticare adjuvant al procedurilor uzuale, respectiv mamografia și ecografia mamară. Examinarea prin IRM a sânelor nu este metodă de primă intenție în investigarea glandei mamare.

Cu ajutorul IRM se poate evalua, stadializa și monitoriza cancerul de sân și alte afecțiuni mamare nesesizabile prin metodele amintite anterior. Mai mult decât atât, și-a dovedit utilitatea și în depistarea precoce a cancerului de sân la femeile cu risc crescut, motiv pentru care această investigație este inclusă în protocoalele de screening.

Contraindicațiile metodei sunt legate în primul rând de prezența unui stimulator cardiac (pacemaker), apoi în mod relativ de diferite proteze sau stenturi existente în organism.

XVII.7. Rolul asistentului de radiologie și imagistică medicală

Culegerea de date ale pacientului este etapa inițială și reunește toate informațiile necesare examinării mamografice. Aceasta presupune coroborarea datelor înscrise pe foaia de observație cu datele din documentele proprii de identificare (carte de identitate, buletin de identitate, pașaport, etc.), pe care le înregistrează în registrul de consultații cu datele necesare.

De asemenea, presupune identificarea problemelor de sănătate ale pacientului prin efectuarea unei anamneze complete, ce trebuie să cuprindă obligatoriu simptomele pacientului, istoricul personal și hetedocolateral, precum și un examen clinic minim. Aceste detalii vor fi însemnate în fișa de examinare a pacientului.

În cazul mamografiei, asistentul trebuie să-i explice pacientului în ce constă examinarea, inclusiv despre poziționare și compresia sânului. Acest lucru ajută, și pacienții sunt gata să se supună disconfortului de compresie a sânului și să coopereze în timpul procedurii.

Înainte de efectuarea examenului mamografic, asistentul trebuie să supravegheze completarea și semnarea consimțământului informat al pacientului.

Poziționarea este dependentă de operator și poate fi îmbunătățită prin antrenament. Pregătirea pentru efectuarea mamografiei presupune de asemenea dezbrăcarea pacientului la nivelul toracelui, inclusiv îndepărtarea bijuteriilor sau a obiectelor de metal din jurul gâtului sau de pe torace.

În cadrul galactografiei, asistentul trebuie inițial să pregătească substanța de contrast și celelalte materiale necesare procedurii. Pe tot parcursul examenului el trebuie să asiste medicul radiolog și să supravegheze pacientul în timpul injectării. Prepararea substanței de contrast se face conform indicațiilor medicului radiolog, în condiții de asepsie și antisepsie. Medicul radiolog precizează cantitatea de contrast corespunzătoare examinării și stării pacientului. Aceasta se prepară imediat anterior examinării mamografice, pentru fiecare pacient în parte.

În cazul pneumocistografiei, asistentul trebuie să pregătească inițial câmpuri sterile, anestezic local, soluția dezinfectantă și acul de injectare. Apoi, va dezinfecta zona de interes cu soluție iodată și pansamente sterile. Dezinfectarea zonei se va face prin mișcări circulare pornind de la nivelul zonei de interes spre exterior. Apoi, va acoperi zona adică locului de puncție cu câmpuri sterile și va pregăti seringă cu anestezic, precum și cea pentru insuflarea aerului. În tot acest timp, asistentul se va proteja folosind mănuși sterile.

După pregătirea casetelor mamografice cu filmul mamografic și a aparatului cu parametrii optimi, asistentul trebuie să porceadă la efectuarea mamografiei în incidențele de bază (fundamentale), precum și a celor complementare, la indicația medicului radiolog.

Ulterior, asistentul trebuie să conducă pacientul în sala de așteptare și să pregătească aparatul pentru următoare investigație.

După efectuarea examenului mamografic, asistentul va efectua marcarea clișeelelor mamografice, care trebuie să cuprindă: numele pacientului, data examenului, partea examinată și incidența, precum și doza de iradiere primită de pacient. Soluțiile și materialele utilizate (mănuși, flaconul de substanță de contrast și anestezic, ace)

trebuie colectate în totalizate și în recipiente speciale, separat, conform normelor. Flacoanele și fiolele de substanță de contrast utilizate sunt depozitate 24 de ore în condiții de securitate.

În cadrul ecografiei mamare, asistentul va ruga pacientul să se dezbrace și să își scoată eventualele bijuterii din jurul gâtului sau de pe torace. Va poziționa pacientul în decubit dorsal, cu mâinile deasupra capului, pentru a releva și zona axilei. De asemenea, va asista medicul radiologic pe toată durata examinării și va înscrie rezultatul investigației conform indicațiilor medicului.

Dacă este vorba despre un examen IRM, asistentul îi va comunica pacientului în ce constă investigația, poziția de examinare, precum și durata estimativă a acestuia. Apoi, va pregăti substanța de contrast, va pune pacientului un cateter venos periferic și va verifica starea acestuia. Examinarea prin IRM a sânului presupune poziționarea pacientului de către asistent în decubit ventral, cu brațele flectate deasupra capului și cu fruntea pe antebrațe. Substanța de contrast va fi administrată pacientului conform indicațiilor medicului radiolog.

Periodic, asistentul trebuie să verifice starea de funcționare a aparaturii utilizate și asigure curățarea acestora. De asemenea, acesta trebuie să semnaleze medicului radiolog orice neregulă apărută la aparatura pe care o manevrează și asigure aprovizionarea cu materiale necesare desfășurării în condiții optime a investigațiilor radio-imagistice la nivelul sânului (filmele mamografice, casetele, foliile întăritoare de imagine, consumabilele, medicamentele de prim ajutor, soluțiile pentru dezvoltat și soluțiile dezinfectante, precum și substanțele de contrast).

Capitol XVIII

PARTICULARITĂȚI ALE EXAMINĂRII RADIOIMAGISTICE LA SUGAR ȘI COPIL

Victorița Ștefănescu

În alegerea metodei radioimagistice de investigație, radiologul trebuie să balanseze între riscul și beneficiul pacientului. Iradierea la populația infantilă este particulară și trebuie luate toate măsurile, fără a afecta calitatea diagnosticului. Principiul ALARA (As Low As Reasonably) cu justificarea, optimizarea investigației, reducerea dozelor pe cât posibil, în mod rezonabil trebuie să fie respectat în radioimagnosticul pediatric. Sensibilitatea la radiații a copilului este mai mare de zece ori decât la adult, de unde derivă necesitatea radioprotecției - trebuie scăzuți mAs. Multe examinări necesită ajustări speciale pentru copii ca examinarea imagistică să fie obținută într-un mod optim și sigur. Ajustări ale tehnologiei de imagistică - achiziția imaginii în timp scurt, tehnica cu sensibilitate mică la mișcare și software de reducere a mișcării.

Spre deosebire de adulți copiii sunt mai puțin cooperanți și au reticență la examinări. Fiecare vârstă a copiilor are particularitățile ei, spre exemplu:

- sugarii și copiii mici sunt incapabili să stea liniștiți. Sugarii care sunt înfășați sau înfășurați într-o pătură au o mai mare capacitate de a sta nemișcați.
- copiii mai mari de trei ani nu sunt cooperanți / refuză să coopereze nu reușesc să stea nemișcați mult timp, să-și țină respirația pentru mai mult timp.

Pot fi folosite aparatele de imobilizare care sunt disponibile pentru comercializare în scopul de a servi în timpul fluoroscopiei și procedurilor radiologice (Fig. 103).

Procedurile de sedare sau anestezie determină o rată mică de accidente, reacțiile la substanțele de contrast trebuie luate în considerare. Contrastul și medicația trebuie administrate per kilogram, pentru administrarea contrastului intravenos la copiii mici, dimensiunea acului este între 20 și 24 G (Gauge). Administrarea intravenoasă poate fi făcută la mână sau la picior.

Copiii pot avea diferite dimensiuni de la sugari de câteva kilograme până la adolescenți ce au greutatea unui adult. În relație cu mărimea pacientului radiografiile trebuie diafragmate pentru zona de interes. Limitările se aplică la toate tipurile de investigații radioimagistice.



Figura 103. Dispozitive de imobilizare pentru proceduri radiologice

Trebuie luate măsuri pentru a asigura un mediu prietenos copiilor cu scopul de a reduce orice traumă emoțională provocată de procedurile nefamiliare și uneori neconfortabile (Fig. 104). Reducerea stresului la copil se realizează prin:

- spațiu fizic prietenos pe holuri și în sălile de așteptare,
- pereții sălilor de examinare decorați
- echipamentele decorate
- jocuri pe calculator și alte jucării în zonă

Distragerea atenției cu jucării, cu jocuri pe computer, filme video în sala de ultrasonografie/fluoroscopie, medicină nucleară și la CT. Este uimitor modul în care copiii sunt cooperanți atunci când se uită la televizor. În camera de examinare IRM trebuie puse jocuri video, muzică.

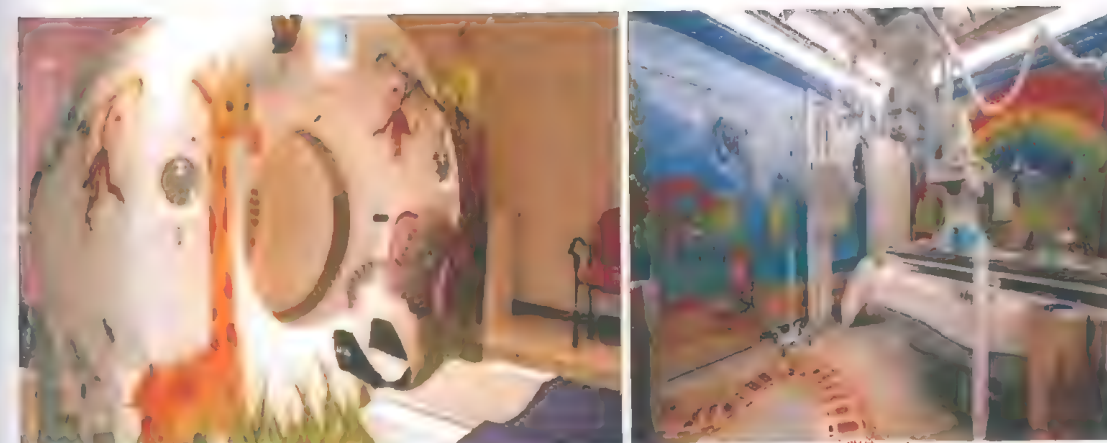


Figura 104. Spațiu adaptat - pereții sălilor de examinare decorați, echipamentele decorate

Broșuri adecvate copiilor care să explice investigația pot ajuta în alinarea copiilor.

Nou născuții și sugarii au particularitatea că sunt instabili psihic. Hipotermia și deshidratarea sunt un mare risc pentru nou născuți și necesită transportul cu incubatorul la serviciul de Radiologie și Imagistică Medicală. Trebuie atenție la temperatura incintei în cursul fluoroscopiei și trebuie menținută hidratarea.

Sugarii cu sondă esogastrică pot fi instabili clinic. Trebuie să fie pregătit echipament de resuscitare și personal care să acționeze rapid.

Dacă este necesar transportul pacientului critic în serviciul de Terapie Intensivă din serviciul de radiologie, acesta trebuie realizat cu incubatorul pentru a reduce accidentele din timpul transportului.

Examinarea cu proceduri dureroase:

- evitarea procedurilor dureroase,
- analgezic pentru plasarea de linie intravenoasă,
- efectuarea procedurilor dureroase în alte încăperi,
- înlocuirea examinărilor dureroase, ca în uretrocistografie, de exemplu examinarea tractului urinar este mai bine să se facă prioritar ecografie.

Profesionalism și comunicare eficientă - cele mai multe plângeri care vin de la pacienți, într-o secție de radiologie, nu sunt legate de problemele tehnice ci de profesionalism și comunicare. 30% din plângerile părinților în îngrijirea pediatrică sunt legate de o comunicare neeficientă și comportament neprofesional. Comunicarea de succes are rezultate vizibile în comportamentul pacientului. Comunicarea neeficientă poate crește șansele de apariție a unui litigiu.

Personalul trebuie să aibă atitudine prietenoasă cu copiii, includerea copiilor în discuții. Necesitatea de a explica procedura imagistică în profunzime atât pentru copil cât și pentru părinți la nivele diferite ca aceștia să înțeleagă. Adulții sunt de obicei mai curioși și mai protectori când vine vorba despre copiii lor. Nivelul de stres al adultului când copilul lui este sau când poate fi bolnav este imens.

METODE IMAGISTICE

Alegerea metodelor imagistice pentru evaluarea pacienților variază cu vârsta, dotarea cu echipamente și cu relativele avantaje și dezavantaje ale fiecărei metode.

1. Radiologia convențională

1.1. Radiografia pulmonară - Rămâne baza în evaluarea plămânului la copil. La nou-născut, radiografia poate fi obținută în incubator folosind aparate X mobile, moderne. Nou-născutul stă culcat pe casetă, pentru efectuarea radiografiei în inspir,

pot fi folosite triggere de respirație amplasate pe torace sau la nivelul nasului, care indică variația temperaturii (inspir/expir) ce indică momentul expunerii. O radiografie corect efectuată în inspir trebuie să aibă hemidiafragul drept la nivelul coastei VIII posterior. Radiografia în expir are dezavantajul că dă imaginea cordului mărită, traheea curbată spre dreapta și cu diferite grade de opacifiere ale plămânului. Filmul trebuie să fie bine colimat, copilul să fie pe cât posibil bine poziționat, scos echipamentul de monitorizare. Lordoza trebuie evitată atunci când ne interesează mărimea inimii.

Copiii peste 5 ani sunt cooperanți și pot sta în poziție verticală pentru radiografie PA ca și adultul. Pentru poziționarea corectă este necesar un însoțitor, preferabil mama, care ține copilul în fața casetei, purtând un șorț cu protecție plumbată. Cu colimarea corespunzătoare iradierea mamei este mică. Diferența de iradiere între radiografia PA și AP este neglijabilă. Folosirea kilovoltajului ridicat și cu grilă permite evaluarea traheei și a bronhiilor, important în stridor.

1.2. Radiografia abdominală simplă - Radiografia abdominală simplă poate orienta în planificarea celorlalte metode de investigație - nu stabilește diagnosticul. Totuși, radiografia abdominală simplă poate orienta diagnosticul dacă acesta este incert după examenul clinic.

În plus, radiografia abdominală simplă rămâne cea mai recomandată investigație la copiii cu simptomatologie de abdomen acut. Diagnosticul de ocluzie intestinală poate fi astfel stabilit. În caz de aspect neconcludent clinic între apendicită și ocluzie, ecografia este cea care înlocuiește radiografia abdominală ca primă investigație.

Radiografia în procubit este la fel de concludentă, când este suspiciat pneumoperitoneul, radiografia pulmonară în picioare este concludentă la sugar și copil. Această radiografie nu poate fi efectuată în incubator sau serviciul de terapie așa încât rămân valabile radiografiile în decubit sau laterale. În cazul în care copii sunt ventilați și nu poate fi făcută radiografia în procubit se ține copilul 10 minute în poziție de procubit și apoi efectuată în decubit dorsal.

Este de preferat radiografia digitală pentru reducerea iradierii. Radiografia direct digitală este cea mai indicată pentru pediatrie.

1.3. Examinarea cu mediu de contrast pe cale superioară, a tubului digestiv

Bariul rămâne cea mai frecventă substanță de contrast pentru investigația tubului digestiv la copil. Este contraindicată în perioada postoperatorie, după biopsie rectală sau oricând este posibilă o perforare intraperitoneală sau este vreo suspiciune de fistulă esobronșică. În aceste cazuri este de preferat a se folosi substanțele non-ionice.

Substanțele cu osmolaritate redusă (exemplu Omipaque sau iopamidolul) au efecte adverse reduse când extravazează intraperitoneal sau la nivelul mediastinului. Substanțele folosite pot fi administrate nediluate sau în diluție de 1/2 pentru irigografie. Soluția hiperosmolară de tipul meglumin/sodium (Gastrogratin) poate provoca transvazarea de lichid la nivelul intestinului determină, secundar deshidratare și dezechilibre hemodinamice. În caz de aspirație a substanței de contrast rezultă edem pulmonar sever.

Pentru administrarea orală soluția de bariu sau contrastul solubil în apă poate fi administrată direct din cană sau cu biberonul sau cu siringa direct în gură. Mărirea orificiului tetinei îmbunătățește distensia esofagului. Îmbunătățirea gustului substanței de contrast de regulă nu trebuie folosit în uzul pediatric.

În caz de sondă nasogastrică pentru suspiciunea de mal rotație sau de obstacol intestinal se administrează substanță de contrast direct pe sondă. În caz de suspiciune de reflux gastro-esofagian la copii cu sondă trebuie evaluat cu precauție.

Copiii trebuie să nu mănânce cu 4 ore înainte de examinare. Prelungirea repausului digestiv mai mult face copilul mai agitat și face examinarea mai dificilă. Părinții trebuie încurajați să stea lângă copil pe parcursul examinării.

Este mare diferență între examinarea copilului și a adultului cu substanță de contrast. Când copilul este în poziție oblic anterior drept din procubit se vizualizează duodenul, apoi trebuie imediat culcat pe spate pentru vizualizarea joncțiunii duodenojejunale. Este foarte important să se vizualizeze corect duodenul pentru aprecierea joncțiunii duodenojejunale. Deschiderea radioscopiei pe perioade scurte sunt de recomandat pentru reducerea iradierii.

Consistența diluției substanței de contrast este stabilită pentru a obține detaliile funcționale ale tubului digestiv.

Dublul contrast poate fi folosit la examinarea copiilor mai mari sau la adolescenți cu care se poate coopera.

1.4. Irigografia

Este indicată în caz de obstrucție joasă și la stenozele post entrocolită necrozantă. Ocazional se folosește la copilul mare cu suspiciune de boala Hirschprung sau la evaluările postchirurgicale. *Colonoscopia* este folosită în caz de afecțiuni inflamatorii intestinale, scade iradierea și există și posibilitatea de biopsie.

La nou-născuți se folosește sonda Folley care se inseră la nivelul rectului. Examinarea trebuie începută în poziție laterală pentru vizualizarea rectului și a joncțiunii rectosigmoidene după care se face examinarea în decubit dorsal pentru vizualizarea colonului.

Substanța de contrast se administrează cu siringa și se utilizează căderea datorită gravitației. Dacă este posibil se așteaptă până la refluxul în ultima ansă ileală.

Trebuie atenție la administrarea manuală pentru că este posibilitatea de a fi microcolon. Examinarea cu Folley 12-16 este rezervată copiilor mari.

Utilizarea aerului pentru tratarea invaginației este larg folosită. Cu o sondă Folley se administrează manual aer (dacă este un aparat dedicat care să măsoare presiunea, aceasta nu trebuie să depășească 80-120 mmHg). Întotdeauna trebuie să existe un anestezist și o sală de operație în prejmă pentru cazurile de pneumoperitoneu care poate să se instaleze. Când se începe manevra trebuie avertizați părinții despre acest risc.

2. Urografia intravenoasă (UIV)

Urografia aduce informații despre funcția rinichilor în caz de obstrucție. Excreția substanței de contrast este redusă la nou-născut, deci pentru a aduce informații urografia este indicată după primele săptămâni de viață.

3. Scintigrafia

Medicina nucleară ajută în demonstrarea funcției cardiace, șunturilor cardiace, embolismului pulmonar, afecțiunilor inflamatorii pulmonare, neoplazia și ventilația/perfuzia plămânului.

Radionuclizii sunt utilizați în evaluarea funcției renale și hepato-biliare. Această metodă poate aduce informații despre funcționalitate. Are indicații în afecțiuni maligne și cazuri complicate.

Scintigrafia este superioară urografiei în detectarea funcției renale în obstrucție renală și are avantajul de a permite cuantificarea funcției renale totală și individual.

4. Ultrasonografia (US)

Este metoda imagistică de ales, este rapidă, se poate efectua la patul copilului cu aparatul mobil, nu necesită sedare sau anestezie. Ecografia trebuie să fie prima recomandată *cu excepția* traumatismelor. Pentru nou-născut rezoluția ecografiei abdominale este superioară CT.

În investigația toracică, datorită aerului care este reflectiv, investigarea este limitată. Cu toate acestea, este utilă în evaluarea pleureziilor, maselor pleurale, maselor peridiafragmatice și cervicale, afecțiuni pericardiace, eventrației diafragmatice, mișcărilor diafragmatice, în evaluarea timusului. Ultrasonografia Doppler cu color și Power-Doppler ajută în evaluarea statusului vascular și anomaliilor vasculare.

De multe ori este și *singura* metodă imagistică care aduce multe informații putând evidenția originea de organ/localizarea și consistența masei: solid, lichid, mixt. În plus, US nu necesită sedare și este neinvazivă. Este metoda *de elecție* în evaluarea maselor abdominale la nou-născut pentru că majoritatea sunt benigne.

Are rol din ce în ce mai important în caz de afecțiuni inflamatorii ale anselor intestinale.

Examinarea abdominală și a pelvisului la copil se poate face cu sonda de 4-7 MHz liniar sau convex, pentru examinarea anselor intestinale trebuie sondă liniară de 5-15 MHz.

Examinare Doppler color este de folosit la viscere sau pentru aprecierea vascularizației intraparenchimatoase.

Dezavantaje: nu aduce informații despre funcția organelor sau vascularizația maselor. Nu aduce informației asupra viscerelor care conțin gaz.

5. Computertomografia (CT)

Folosită pe scară largă pentru avantajele decurgând din rezoluția mare a imaginii corelat cu administrarea de substanțe de contrast. Are avantajul, față de alte metode, de a evidenția micile diferențe între densitățile structurilor: sânge, grăsime, os. CT-ul poate explora intestinele, osul, poate aprecia extensia retroperitoneală nefiind artefactată imaginea dată de gazul din intestine așa cum se întâmplă în ultrasonografie.

Cele mai frecvente recomandări ale CT-ului în pediatrie includ diagnosticul neoplaziilor, traumatismului, abcesului, complicațiilor afecțiunilor inflamatorii intestinale. Contrastul oral și intravenos este recomandat în examinarea CT.

Tehnologia CT este avansată cu reconstrucții multiplanare, angio-CT și endoscopia virtuală, care cresc potențialului diagnostic în pediatrie.

CT-ul este cea mai bună tehnică de diagnostic în multe afecțiuni pediatrice pulmonare cu beneficiul diagnostic versus riscul de iradiere la pacient.

CT-ul este ideal pentru detectarea leziunilor pulmonare/pleurale și pentru demonstrarea extensiei maselor mediastinale în plămân și în peretele toracic. Este bine vizualizată traheea și bronhiile și se pot vizualiza leziunile extrinseci și intrinseci ale căilor respiratorii. Parenchimul pulmonar este analizat în detaliu, fie spiral, volumetric și cu CT de înaltă rezoluție.

Este demonstrată sensibilitatea CT-ului în detectarea nodulilor pulmonari în comparație cu radiografia pulmonară. CT-ul cu înaltă rezoluție (HRCT) permite detecția leziunilor pulmonare difuze.

Tehnica recomandată la copil, în afecțiuni pulmonare difuze, este HRCT, cu slice-uri cu grosime de aproximativ 1-2 mm, la 1-2 cm de la apexul pulmonar către bază. CT-ul spiral este utilizat pentru investigarea afecțiunilor majore intratoracice, cardiovascular, anomaliilor mediastinale și are avantajul examinării rapide la copil, reducând necesitatea sedării și permite opacifiere vasculară cu cantitate mică de contrast.

Dezavantajele CT sunt: iradierea, necesitatea sedării copiilor sub 5 ani, necesitatea folosirii substanței de contrast datorită conținutului redus de grăsime perivisceral, făcând în multe cazuri dificilă delimitarea anatomică.

Iradierea mare trebuie luată în considerare și când este posibil trebuie alese alte metode neiradiante. Strategia de reducere a iradierii este de a folosi tuburi cu mAs puțini și a crește pitch-ul în CT spiral. Tubul de 60-120 mAs poate avea rezoluție bună la copil și adolescent. Pitch-ul poate fi crescut la 1,5-2 cm în unele circumstanțe. Varianta de CT multislice reduce și iradierea și timpul de examinare, așa încât nu trebuie sedat copilul. Trebuie redusă și zona de examinare de acord între radiolog și pediatru.

6. Imagistica prin Rezonanță Magnetică (IRM)

În primul rând nu iradiază și este indicat la cazurile de neoplazie unde examinările trebuie făcute repetat. Imagini multiplanare și caracterizarea țesuturilor cu substanță de contrast (Gadolinium), angiografia, colangipancreatografia și tehnologiile urografice în IRM cresc rolul acestei metode.

IRM-ul este metodă importantă pentru investigarea leziunilor cardiace, anomaliilor vaselor mari și mediastinale, malformațiilor pulmonare, maselor pereților toracici, infiltrărilor măduvei osoase, anomaliilor traheobronșice și maselor neurogenice.

Gadolinium DTPA poate fi administrat intravenos cu o doză de 0,1 ml/kg pentru încărcarea țesuturilor sau 0,1-0,3 ml/kg pentru angiografie.

În prezent IRM nu are avantaje față de CT în managementul tumorilor renale.

IRM este metoda preferată la copiii cu tumori paraspinale care au extensie intraspinală.

IRM are rol important în determinarea extensiei tumorilor hepatice în special raporturile cu structurile vasculare adiacente ficatului.

Alături de CT, joacă un rol important în demonstrarea anatomică a masei și/sau demonstrarea extensiei metastatice a masei maligne.

Timpul lung de examinare este dezavantajul major la copil, necesită sedare sau anestezie generală la copii sub 6-7 ani. Pentru abdomenul și pelvisul copiilor pot fi folosite bobine de cap.

7. Bronhografia

CT—ul cu înaltă rezoluție a eliminat bronhografia, rămâne totuși de utilizat bronhografia pentru evidențierea dinamicii și funcționalității în traheobronhomalacie.

8. Angiografia

IRM-ul neiradiant a înlocuit angiografia, care rămâne indicată în tehnica intervențională – embolizarea arterelor bronșiolare în caz de hemoragie/hemoptizie din fibroza chistică.

Capitol XIX

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ ÎN STOMATOLOGIE

Danisia Haba

XIX.1. Numerotarea dinților

Omul prezintă două dentiții:

- **dentiția temporară sau deciduală** (20 de dinți) care erup între 6 luni și doi ani jumătate,

- **dentiția permanentă sau secundară** (32 de dinți) care erup între 6 ani și 18 ani.

Deoarece cele două dentiții coexistă o perioadă de timp, există posibilitatea de identificare a fiecărui dinte printr-un număr de două cifre, prima desemnând unul din cadranele în care se află dintele și a doua indicând dintele analizat în unul din aceste cadrane.

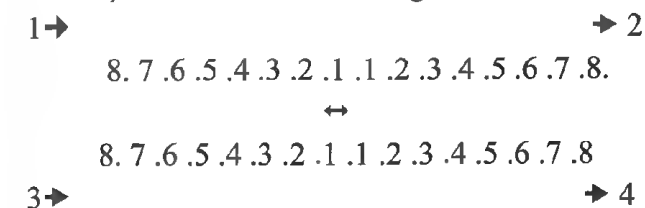
Conform clasificării **Federației Dentare Internaționale** adoptată de OMS
-la **adulți** avem 4 cadrane, în sensul acelor de ceasornic:

1- pentru hemimaxilarul superior drept,

2- pentru hemimaxilarul superior stâng,

3- pentru dinții hemimandibulei drepte și

4- pentru dinții hemimandibulei stângi:



În **dentația temporară** nu există premolari, iar molarii de lapte sunt înlocuiți de premolari permanenți.

Conform **Clasificării Stomatologice Americane** putem realiza următoarea numerotare a dinților:

- 1- molarul 3 superior din dreapta,
- 8- incisivul central superior din dreapta,
- 9- incisivul central superior din stânga,
- 16- molarul 3 superior din stânga,
- 17- molarul 3 inferior din stânga,
- 24- incisivul central inferior din stânga,
- 25- incisivul central inferior din dreapta,
- 32- molarul 3 inferior din stânga.

Cunoscând aceste numerotări trebuie să cunoaștem următoarele precizări:

- dintele are o **față mezială** și una **distală**, care alăturate devin **fețe proximale**,
- fața orientată la exterior este denumită **vestibulară**,
- iar opusă ei este **fața linguală** pentru dinții mandibulari sau
- **fața palatinală** pentru dinții maxilari.

În laboratoarele de radiologie dentară și în practica privată se indică realizarea de radiografii intraorale sau panoramice la care folosim numerotarea OMS și a FID (fig. 105).

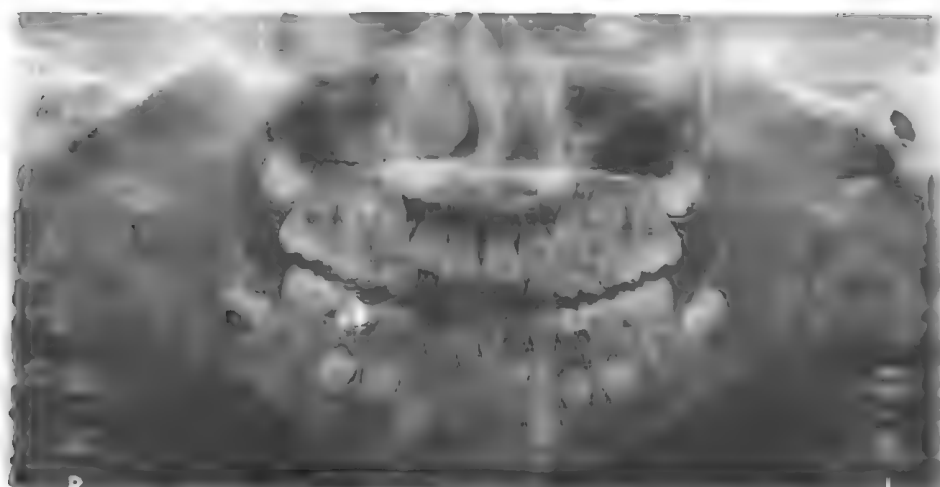


Figura 105. Ortopantomografia unei fete de 7 ani care prezintă dentiție mixtă

XIX.2. Aparate Röntgen dentare

În laboratoarele de radiologie dentară și în practica privată se întâlnesc 2 tipuri de aparate röntgen dentare:

- fixe - montate pe tavan sau pe perete,
- mobile - care pot fi deplasate cu ușurință în cabinet.

2.1. Părțile componente ale aparatului roentgen dentar

Aparatele roentgen dentare conțin următoarele 3 mari componente:

- 1) monoblocul,
- 2) sistemul de comandă și
- 3) sistemul brațelor articulare și de fixare al aparatului.

Monoblocul conține 3 componente de bază: tubul radiogen, transformatorul de înaltă tensiune, transformatorul de joasă tensiune, care sunt protejate de: cupola plumbată a aparatului și baia de ulei de răcire.

Pentru protecția pacientului și a personalului este necesară folosirea unui filtrului de aluminiu pentru îndepărtarea razei moi din spectrul radiației, a colimatorului, și a dispozitivului de centrare a aparatului Rx dentar - "conul localizator".

Tubul radiogen este un tub dedicat pentru radiologia stomatologică.

Dispozitivului de centrare al aparatului Rx dentar - "conul localizator" permite: centrarea fasciculului de raze X către regiunea de radiografiat și dirijarea pe întreaga suprafață a filmului a fasciculului de radiații, în concordanță cu înclinația specifică incidenței de realizat.

Aspectul acestor dispozitive de centrare a variat mult de-a lungul anilor la fel ca și distanța legală dintre focar și pielea regiunii de examinat care este actualmente egală cu 200mm pentru aparatele dentare peste 60 kV și 100 mm pentru cele de sub 60 kV.

În prezent în laboratoarele de radiologie dentară și în cabinetele de medicină dentară se găsesc diverse aparate roentgen cu modele variate de conuri localizatoare: con localizator scurt, din ebonită, de formă conică, con localizator scurt metalic, cu aspect cilindric, con localizator lung din metal cu vârf din plastic, con localizator lung din metal/plastic, cu pereții plumbați, de formă rectangulară, con localizator lung de 40-41 cm din plastic care are colimator metalic cilindric.

În ultimii ani nu mai este folosit conul scurt de ebonită deoarece pacientul primește o doză mare de iradiere în timpul expunerii, prin distanța mică dintre tubul roentgen și pielea pacientului și ebonita din care este confecționat conul, care nu oprește trecerea razelor X, fapt care determină o expunere întinsă mult lateral de zona de radiografiat. În plus distanța mică dintre tub și regiunea explorată determină mărirea dinților radiografiați.

Folosirea noilor conuri localizatoare cilindrice sau rectangulare cu pereți plumbați a permis: reducerea suprafeței fasciculului la nivelul regiunii dento-alveolare de radiografiat, limitarea suprafeței expuse și a volumului în profunzime expus razelor X prin aplicarea la conul lung a unui disc de plumb cu deschidere identică cu dimensiunea radiografiei ce urmează să fie realizată: 2/3 cm, 3/4 cm, 2,5/5,5 cm, anularea efectului de mărire a imaginii dento-alveolare obținute prin proiecția conică a razelor X și folosirea unor suporturi de fixare a filmului dentar absolut necesare realizării tehnicilor planurilor paralele și bite-wing.

Sistemul brațelor articulare și de fixare al aparatului

Există trei variante de susținere a aparatelor roentgen dentare:

- *sistemul cu tijă rigidă verticală folosit la aparatele mobile*, ușor de deplasat dintr-o încăpere în alta. La partea superioară a tijei este fixat tabloul de comandă al aparatului.

- *sistemul cu fixare pe perete*, este cel mai folosit în cabinetele dentare. El conține un suport metalic care are atașat tabloul de comandă și brațul articular mobil.

- *sistemul cu fixare pe tavan*, este avantajos datorită spațiului mic necesar pentru amplasare dar uneori ridică probleme de ancorare pe tavan.

Ultimele două sisteme reprezintă o soluție optimă pentru cabinetele de medicină dentară în care funcționează 2 unituri dentare cu condiția respectării riguroase a normelor de radioprotecție (expunerea se face doar la un pacient, timp în care unitul vecin este liber).

2.2. Radiografia dentară digitală

Realizată de către Francis Mouyen în 1982, ca o alternativă la radiografia convențională, radiografia dentară digitală a fost denumită de către medicul stomatolog francez ca radioviziografie (RVG). Acest sistem a preluat toate principiile radiografiei convenționale folosind un tub roengen dentar dar, a înlocuit filmul retroalveolar cu un senzor care captează radiațiile X din cavitatea orală.

În prezent există două tipuri de sisteme pentru obținerea directă a imaginilor digitale: sistemul CCD (charged-coupled device) și sistemul SP (storage phosphor system).

XIX.3. Filmul radiologic dentar și prelucrarea acestuia

3.1. Filmul radiologic

Filmul radiologic folosit în radiologia dentară este de 2 tipuri:

- film sensibil la acțiunea directă a razelor X, care nu necesită ecran întăritor, *filmul dentar* folosit pentru radiografii intraorale care oferă imagini excelente cu detalii anatomice fine.

- film sensibil la efectul de luminescență al ecranelor întăritoare sub acțiunea razelor X, filmul folosit pentru radiografii extraorale: teleradiografii, ortopantomografii și radiografii cranio-faciale.

Filmul dentar

Filmul dentar este sub forma unui pachet alcătuit din: filmul propriu-zis (un suport subțire transparent), anexele care protejează filmul și învelișul exterior (ambalajul filmului).

Filmul propriu-zis conține o folie de plastic, transparentă, flexibilă și care are o grosime de 0,15-0,2 mm. Acest suport susține pe ambele fețe emulsia de bromură de argint într-o concentrație variabilă, cu grosime mică și care nu permite decalarea imaginilor determinând o bună definiție (netitate) radiografică. Toate filmele au identificate o față anterioară și una posterioară pentru poziționarea corectă față de regiunea de explorat.

Caracteristicile filmelor radiologice dentare

Filmul radiologic dentar are următoarele caracteristici:

1) *Dimensiunile suprafeței filmului* sunt variabile:

- 22/35 mm, este filmul folosit în pediatrie, numerotat în literatura americană cu 0,
- 24/40 mm, este folosit pentru realizarea incidențelor pedodontice, iar în literatura americană este numerotat cu 1.
- 31/41 mm, este cel mai frecvent utilizat în incidențele periapicale și este numerotat în literatura americană cu 2,
- 27/54 mm, este filmul folosit în realizarea incidenței "bite-wing", iar în literatura americană este numerotat cu 3,
- 57/76 mm, este folosit pentru realizarea incidențelor ocluzale, iar în literatura americană este numerotat cu 4.

După dimensiuni, filmele radiologice dentare sunt (fig.106):

- filme periapicale: nr. 0,1,2
- filme "bite-wing": nr. 3
- filme ocluzale: nr. 4

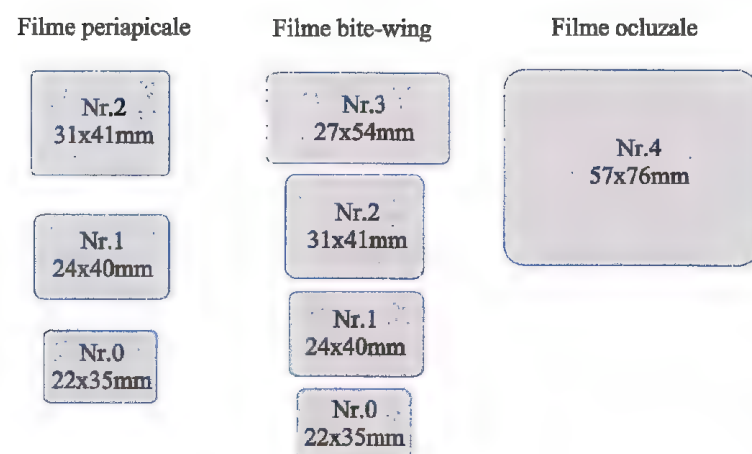


Figura 106. Dimensiunile diferitelor tipuri de filme dentare.

- 2) *Densitatea filmului* reprezintă capacitatea filmului de a se înnegri în urma iradierii. Caracteristica aceasta depinde de concentrația în bromură de argint a filmului radiologic dentar, de obicei are o valoare de 25g/m^2 , cu mult mai mare decât a filmului radiologic obișnuit care are o concentrație de $6,5\text{g/m}^2$. Diferența de concentrație explică gradul de sensibilitate și contrast al filmului radiologic dentar.
- 3) *Sensibilitatea filmului* reprezintă capacitatea acestuia de a se înnegri la doze mici de radiație. Ea este dependentă de mărimea granulelor de bromură de argint aflată în emulsia fotosensibilă și de densitatea filmului.

Această caracteristică este importantă în practică deoarece permite reducerea iradierii pacientului prin utilizarea de filme sensibile.

În funcție de sensibilitate, filmele radiologice dentare se clasifică în 4 grupe:

- grupa C – filme cu sensibilitatea cea mai mică,
- grupa D – filme cu sensibilitate medie (ex. Kodak ultra-speed D)
- grupa E – filme cu sensibilitate mare care reduc expunerea cu 50% față de filmele din
- grupa D (ex. Ektaspeed E Kodak, AGFA Dentus M2)
- grupa F – filme cu sensibilitate foarte ridicată (ex. In Sight Kodak)

- 4) *Contrastul filmului* constituie capacitatea filmului radiologic de a oferi diferențe de tentă între zonele filmului care au recepționat mai multe radiații și zonele care datorită atenuării au recepționat mai puține radiații. Această caracteristică este dependentă de densitatea și mărimea granulelor de bromură de argint.

O densitate mare a granulelor de bromură de argint permite obținerea unui contrast mai mare. De asemenea, cu cât granulele de bromură de argint sunt mai mari cu atât se obține un contrast mai bun.

- 5) *Definiția filmului radiologic* reprezintă capacitatea filmului de a permite realizarea unor imagini în care structurile explorate să fie bine conturate și delimitate.

Învelișul protector al filmului

Realizat din poliester, mai rar din carton, ambalajul (învelișul) protector al filmului are următoarele funcții:

- găzduiește filmul și anexele sale,
- protejează filmul de lumină,
- protejează filmul împotriva umezelii,
- protejează filmul împotriva zgârieturilor și îndoirilor,
- asigură o poziționare stabilă în interior a filmului și anexelor

Filme autodevelopante

Sunt filme care au ambalajul filmului dentar mai larg decât ambalajele individuale, în spațiul suplimentar existent fiind plasate în compartimente separate soluțiile de dezvoltare (fig. 107). După expunerea filmului, aceste soluții sunt eliberate pe rând în compartimentul în care se află filmul prin intermediul unor tije. Pentru ca soluțiile să acționeze cât mai bine și mai uniform se recomandă masarea zonei în care se află filmul.

Variante a acestor tipuri de filme folosesc o singură soluție care constituie un amestec de revelator și fixator.

După încheierea dezvoltării, filmul este scos din ambalaj și se spală sub jet de apă aproximativ 10 minute.



Figura 107. Filme autodevelopante

3.2. Developarea automată

Se realizează cu diverse aparate construite special numai pentru dezvoltarea filmelor dentare sau atât pentru dezvoltarea filmelor dentare cât și a ortopantomografiilor, tomografiilor și a radiografiilor masivului facial.

Aparatele de dezvoltare automată au un compartiment ce permite încărcarea filmului la lumina zilei (nu mai este necesară o cameră obscură). Alături de aceasta sistemul cuprinde rulouri și benzi rulante care conduc filmul de la fanta de intrare în băile de dezvoltare, apă și dispozitivul de uscare. Ciclul de dezvoltare în cazul acestor aparate este de 4 minute la o temperatură de 20° C cu filmul uscat la ieșirea din aparat sau 2 minute când filmul este umed la ieșire.

XIX.4. Ortopantomografia

Ortopantomografia (OPT) este considerată în medicina dentară cea mai simplă și mai puțin iradiantă metodă care evidențiază pe un singur film complexul dento-maxilar. Ea permite depistarea patologiei dento-maxilo-faciale, fiind considerată în prezent prima etapă în examenul radiologic dento-maxilar și un veritabil document medico-legal.

Ortopantomografia îmbină 2 tehnici radiografice:

- **radiografia prin fantă**, unde fasciculul de raze X colimate, extrem de îngust cu ajutorul unei fante este perpendicular în fiecare punct la tangenta porțiunii elipsei maxilo-mandibulare examinate;
- **tomografia lineară și rotatorie** care rezultă din deplasarea sincronă, în sens invers a filmului radiografic și a fasciculului îngust de raze X din sursa producătoare de raze X, în timpul rotației în jurul craniului pacientului.

Trebuie să știm că :

- fasciculul fin și sursa de raze X se rotesc pornind din spatele capului pacientului iar caseta cu filmul radiologic pornind din fața capului,
- sursa de raze X și caseta se rotesc în sens opus una față de cealaltă,
- filmul din casetă se mișcă în aceeași direcție cu sursa de raze X,
- diferite părți din film sunt expuse la razele X în momentul în care ajung în dreptul fantei verticale a scutului plumbat care protejează filmul din casetă în timpul deplasării ansamblului tub-casetă port-film în jurul capului pacientului,
- mișcarea sincronă, semicirculară, în sens invers a cuplului tub radiogen - film în jurul craniului determină imprimarea pe filmul radiologic plan a imaginilor elementelor anatomice dispuse curbiliniu,

- pe imaginea ortopantomografică sunt clar evidențiate doar structurile apropiate de film, datorită dispunerii preferențiale a centrului de rotație aproape de stratul de investigat și a faptului că structurile din apropierea tubului vor fi întotdeauna estompate imagistic.

4.1. Componentele aparatelor de ortopantomografie

În ultimul deceniu au apărut numeroase aparate realizate de diferite firme care au 3-4 componente de bază:

- sursa de raze X aflată în monoblocul care produce un fascicul fin de raze X care prezintă o înclinație de 8° față de orizontală și o putere de 60-90kV,
- caseta port-filmul dispusă în scutul plumbat care o protejează de radiațiile secundare,
- sistemul de poziționare a pacientului,
- tabloul de comandă al ortopantomografului care la aparatele moderne permite selectarea parametrilor adecvați obținerii unei imagini panoramice continui sau parțiale corespunzătoare zonei de interes explorate.

4.2. Principii de realizare a ortopantomografiei

Diversitatea de aparate folosite în ultimul timp face ca poziționarea pacientului să difere în funcție de aparatul folosit. Ortopantomografele sunt diferite nu numai prin caracteristicile tehnice dar și prin tipul de dispozitiv cu care se fixează poziția capului, motiv pentru care trebuie respectate cu strictețe instrucțiunile producătorului.

Cu toate acestea unele principii rămân comune:

- pacientul trebuie invitat să îndepărteze toate bijuteriile, acele de păr, cerceii și agrafele,
- pacientului trebuie să i se explice procedeul de realizare care implică mișcarea tubului, filmului, casetei, dar imobilitatea capului în timpul expunerii,
- pacientul va purta șorțul de radioprotecție,
- pacientul trebuie poziționat corect utilizând sistemul luminos de ghidare vizibil atât la aparatele la care pacientul este cu fața la operator cât și la cele la care fața pacientului privește într-o oglindă,
- pacientul trebuie învățat să lipească limba de cerul gurii și să nu înghită sau să miște în timpul expunerii (de obicei 16-18 secunde),
- parametrii de expunere trebuie aleși în funcție de vâsta și conformația pacientului, între 70-100kV și 4-12 mA.

Aparatele emit 3 raze separate de lumină (care reprezintă sistemul de centrare), vizibile pe fața pacientului care este supus explorării și care permit poziționarea corectă a capului pacientului:

- prima rază luminoasă indică poziția planului de la Frankfurt - linia orizontală care unește punctul infraorbital (Ob) cu marginea superioară a meatului acustic osos. Când pacientul este poziționat corect, acest plan este paralel cu podeaua.
- a II-a rază ajută la poziționarea corespunzătoare a planului sagital median, care trebuie să fie situat la mijlocul liniei care permite localizarea centrului vertical al "jgheabului focal".
- a III-a rază indică operatorului localizarea structurilor dento-alveolare care sunt pe mai multe "straturi" care au o amplitudine maximă în regiunea incisivilor centrali.

Cum majoritatea ortopantomografelor au jgheaburi focale relativ largi în zona posterioară, dinții trebuie poziționați astfel încât tot apexul dentar să apară vizibil pe OPT și de aceea incisivii se aduc margine la margine la nivelul dispozitivului median de fixare (a piesei bucale).

Cele trei planuri trebuie să fie riguros respectate și nici o expunere nu trebuie făcută dacă nu există o aliniere corectă a lor. Absența alinierii va duce la multiple erori tehnice, frecvent întâlnite în practica curentă.

4.3. Poziționarea pacientului pentru ortopantomografie

- *pacientul va fi în ortostatism sau în poziție șezând pe scaun și se parcurg 5 etape care asigură o poziționare corectă a pacientului:*

1) poziționarea incisivilor margine la margine la nivelul dispozitivului median de fixare (a piesei bucale). Se va urmări ca fasciculul luminos să corespundă comisurilor bucale. Această etapă permite ca dinții anteriori să fie în centrul filmului, separând structurile dentare și făcând vizibil tot apexul dentar pe OPT;

2) poziționarea simetrică a capului pacientului între două tije latero-craniene cu rolul de a împiedica latero-flexia și de a aduce dinții posteriori în mijlocul porțiunii mediane a planului de interes diagnostic. La unele aparate, această poziționare este cu un dispozitiv frontal sau temporal sau folosind un sistem cu fascicul luminos a cărei rază se aliniază de-a lungul planului mediosagital al capului.

3) poziționarea bărbiei pacientului pe suportul de susținere a bărbiei astfel încât planul Frankfurt să fie paralel cu podeaua.

4) poziționarea verticală a coloanei cervicale a pacientului tolerând o flexie cervicală până la 6-7°. Pacientul care se ține cu mâinile de mânerele de sprijin este invitat să facă un pas înainte astfel încât spatele să fie drept iar umerii relaxați în poziție joasă pentru a evita suprapunerea regiunii cervico-dorsale a pacientului peste porțiunea mediană a filmului.

5) pacientul este rugat să lipească limba de cerul gurii, să înghită și să stea nemișcat pe perioada expunerii care durează între 14-22 secunde. Se va ajusta kilovoltajul și amperajul aparatului în funcție de vârsta și talia pacientului.

Cel mai important factor care poate fi controlat de operator în momentul realizării OPT este poziția capului. El va fi poziționat totdeauna ținând cont de zona care ne interesează: ATM, sinusurile maxilare sau structurile dento-alveolare. În majoritatea OPT zona de interes este centrată pe dinți și pe structurile alveolare înconjurătoare, de aceea metodele de poziționare corectă a arcadelor dentare sunt de primă importanță.

Folosirea pe scară tot mai largă a sistemelor digitale începe să devină curentă și în realizarea ortopantomografiilor atât prin folosirea sistemelor CCD cât și a sistemului cu plăci de fosfor fotostimulabile.

XIX.5. Teleradiografia

Teleradiografia este o tehnică radiologică curent folosită în ortodonție și pedodonție care urmărește realizarea unor imagini radiografice care să permită efectuarea de măsurători exacte ale dimensiunilor craniului și ale sistemului dento-maxilo-facial al pacientului.

Această tehnică de radiografiere a capului, permite evaluarea morfologiei pacientului, studierea creșterii sale și a raporturilor dintre baza craniului, dantură și părțile moi necesită o bună evidențiere printr-un foarte bun contrast al acestor 3 elemente.

Pentru aceasta, distanța focar film trebuie să fie de cel puțin 2m.

La această distanță se consideră că efectul de mărire a imaginii produs de proiecția conică nu poate modifica în mod semnificativ corespondența dintre imaginea radiografică și conformația anatomică a craniului.

Standardizarea teleradiografiilor a fost esențială pentru dezvoltarea ansamblului de metode de cuantificare ale valorilor dimensionale craniene care poartă denumirea de *cefalometrie*. Asocierea teleradiografiei cu cefalometria este esențială pentru a realiza o investigație cefalometrică de calitate.

5.1. Aparate roentgen folosite pentru teleradiografii

Aparatele roentgen folosite pentru realizarea teleradiografiilor pot fi aparate de sine stătătoare (cefalostat sau craniostat) sau unități atașate otopantomografelor (orto-cefalostat) care permit realizarea teleradiografiei cu pacientul aflat în ortostatism, sau aflat în șezut pe un scaun.

Elementele componente ale unui aparat pentru realizarea teleradiografiilor sunt:

1. Cefalostatul care este alcătuit din: sistem de poziționare și stabilizare al aparatului prevăzut cu ogive care se așează simetric în conductele auditive externe și uneori cu o piesă de fixare a frunții pacientului la nivelul nazionului, sistem luminos pentru realizarea unei poziționări luminoase corecte a pacientului, filtru antidifuzor care permite stoparea razelor secundare care au rezultat în urma expunerii și care pot degrada imaginea teleradiografică finală, dispozitivul de fixare a casetei-port film.

2. Caseta cu foliile întăritoare și filmul de dimensiuni 18x24cm sau 24x30cm.

5.2. Principii de realizare

În practică se folosesc de obicei teleradiografii de profil, în ocluzie care permit stabilirea corectă a planului de tratament. Alături de acestea mai întâlnim teleradiografii de față (în plan frontal) și axiale (de bază de craniu).

a. Teleradiografii de profil (în plan sagital)

Pacientul este în ortostatism sau mai rar în șezut pe un scaun. Planul Frankfurt este orizontal, paralel cu podeaua.

Capul pacientului este plasat în cefalostat de profil, cu buzele alipite normal și ogivele dispuse simetric în conductele auditive externe. Dinții sunt în ocluzie intercuspidiană maximă (cât mai posterior posibil). Planul medio-sagital este paralel cu filmul din casetă și perpendicular pe planul de la Frankfurt aflat paralel cu podeaua. Filtrul de aluminiu este poziționat pentru a acoperi parte anterioară a filmului.

Centrarea se face de la aproximativ 2 m, cu raza centrală perpendiculară pe planul medio-sagital pătrunzând la nivelul centrului conductului auditiv extern.

Teleradiografia obținută pune în evidență punctele antropometrice (osoase și cutanate) folosite de ortodontist pentru a trasa pe hârtie de calc planurile folosite în analiza cefalometrică, sau pentru o prelucrare cu ajutorul unor softuri de analiză cefalometrică.

b. Teleradiografia de față

Teleradiografia de față poate da informații privind dezvoltarea verticală și transversală a masivului facial.

Pacientul este în ortostatism sau mai rar în șezut pe un scaun. Planul de la Frankfurt este orizontal, paralel cu podeaua.

Capul pacientului este plasat în cefalostat anteroposterior sau posteroanterior, cu buzele alipite normal și ogivele dispuse simetric în conductele auditive externe. Dinții sunt în ocluzie intercuspidiană maximă (cât mai posterior posibil). Planul medio-sagital este paralel cu filmul din caseta și perpendicular pe planul de la Frankfurt aflat paralel cu podeaua.

Centrarea se face de la mai mult de 2m, raza centrală este perpendiculară pe film pătrunzând la nivelul coloanei în dreptul porțiunii mediane a ramului vertical al mandibulei.

c. Teleradiografia axială

Teleradiografia axială poate da informații privind asimetria bazei de craniu și completează studiul tridimensional al craniului.

Pacientul este în ortostatism sau mai rar în șezut pe un scaun. Planul de la Frankfurt este paralel cu filmul.

Capul pacientului este plasat în cefalostat anteroposterior, cu buzele alipite normal și ogivele dispuse simetric în conductele auditive externe. Dinții sunt în ocluzie intercuspidiană maximă (cât mai posterior posibil). Planul medio-sagital este perpendicular cu filmul din casetă și planul de la Frankfurt.

Centrarea se face de la mai mult de 2 m, raza centrală este perpendiculară pe planul de la Frankfurt pătrunzând la nivelul coloanei în dreptul porțiunii mediane a cartilajului hioidian.

XIX.6. CONE BEAM CT-ul sau tomografia volumetrică cu fascicol conic

Prin comparație cu tehnologia computertomografului medical (CT –ul) care prezintă un rând sau o serie de perechi de detectori și un fascicul de radiații lineare, Cone Beam CT-ul (CBCT-ul) utilizează un fascicul de raze X în formă de con, centrat pe un detector bidimensional care realizează o singură rotație în jurul zonei de interes, generând un set de imagini 2D, reconstruite ulterior într-un ansamblu 3D.

6.1. Principiul metodei

Principiul producerii imaginii cuprinde patru componente principale: achiziția, detecția, reconstrucția și prezentarea imaginii. Achiziția imaginilor are la bază o singură scanare cu raze X ce implică o rotație parțială sau totală, în timp ce un detector se mișcă sincron cu scanner-ul în jurul unui punct fix localizat în centrul regiunii de interes, care va constitui centrul imaginii tridimensionale obținute. Detecția imaginii se poate realiza prin două modalități, fie prin intermediul unui tub de intensificare a imaginii asociat cu un dispozitiv cu cuplaj de sarcină (IIT/ CCD), fie prin intermediul unui detector cu panou plan. Imaginile achiziționate urmează un proces de reconstrucție pentru a obține setul de date volumetrice ce reprezintă o compilație a tuturor voxelilor disponibili și care va fi prezentat în final sub formă de imagini secundare reconstruite, în cele trei planuri ortogonale (Scarfe et al, 2008) (fig. 108).

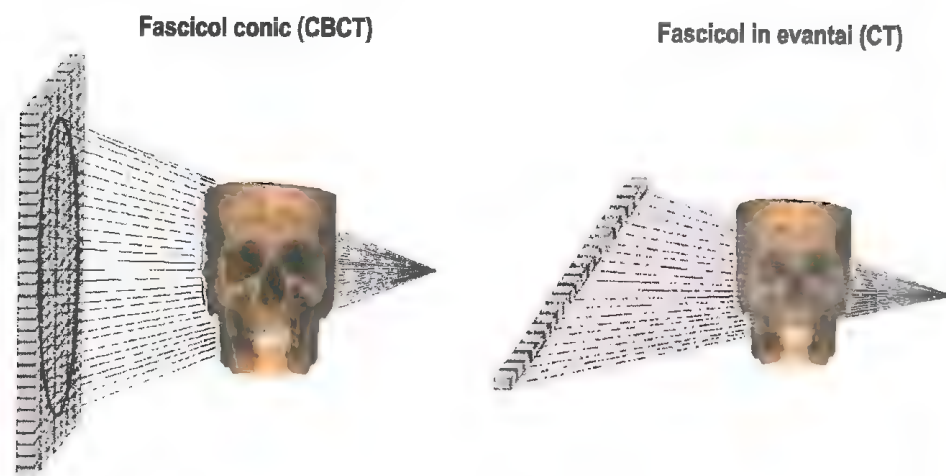


Figura 108. Reprezentare schematică comparativă a proiecției fasciculului de raze X în geometria convențională sau cu fascicul „în evantai” (dreapta) și în geometria cu fascicul conic (stânga)

Explorările CBCT oferă informații diagnostice de înaltă precizie, fiind în același timp accesibile datorită costurilor și dimensiunilor reduse ale dispozitivelor. Progrese importante ale tehnologiei 3D, transpuse în dispozitivele CBCT sunt reprezentate de doza scăzută de iradiere și timpul redus de scanare, oferind parametri similari radiografiei panoramice, precum și precizia imaginii, respectiv imagini izotrope, cu rezoluție submilimetrică, în intervalul 0,075 mm - 0,6 mm, ce permit măsurători exacte în analizele ortodontice (Nemțoi et al, 2013).

Întrucât reconstrucția datelor este realizată de un computer personal, posibilitățile de a opera cu aceste date sunt multiple, respectiv reorientarea, mărirea imaginii

și realizarea unor măsurători cu ajutorul cursorului pentru a compara morfologia condililor articulației temporo-mandibulare, pentru a determina înălțimea și lățimea osului alveolar sau pentru a realiza analize ortodontice. În plus, datorită naturii izotrope a setului de date volumetrice, acestea permit secționări nonortogonale, denumite reconstrucții multiplanare, care pot fi oblice sau curbe. Imaginile oblice sunt cel mai des folosite pentru a obține secțiuni la nivelul condilului mandibular (fig. 109), iar cele curbe permit obținerea unei imagini panoramice dentare „simulate” sau reconstruite.

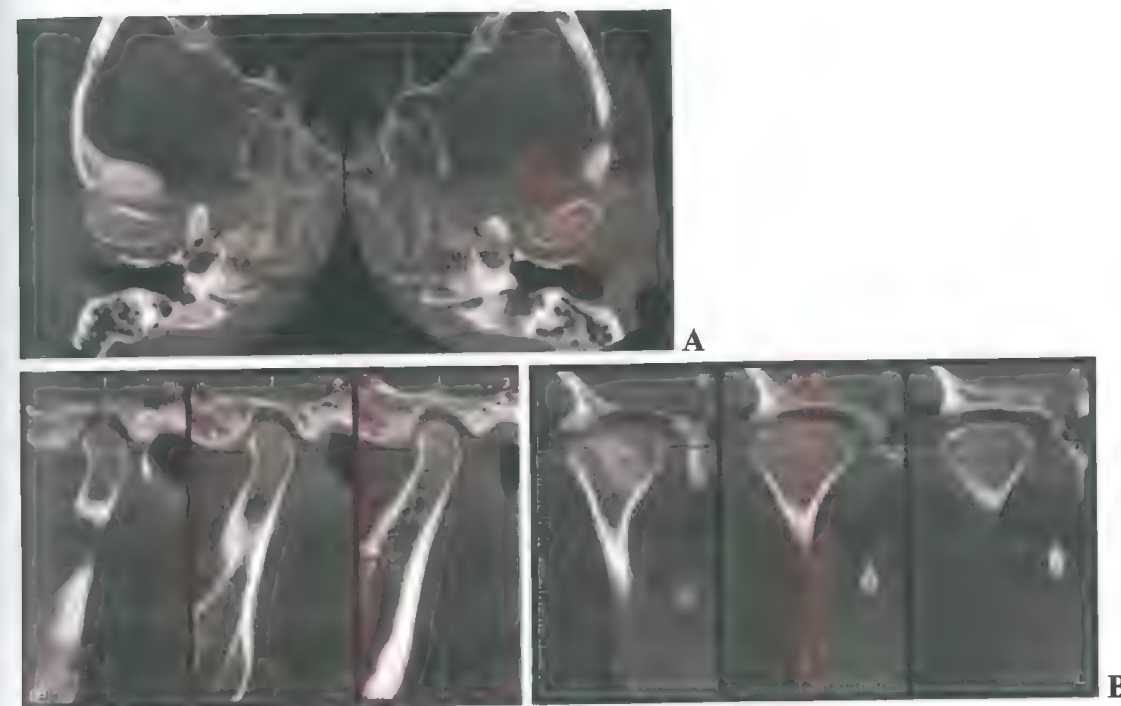


Figura 109. Reconstrucție multiplanară oblică prin polii lateral și medial ai condilului mandibular stâng: (A) reconstrucție axială (B) reconstrucție în plan sagital și coronal (C) care evidențiază condilul mandibular stâng.

Întrucât aceste reconstrucții multiplanare nu prezintă distorsiuni, sunt utile pentru evaluarea parametrelor de interes la nivelul maxilarului și a mandibulei (White et al, 2009).

Introducerea tehnologiei CBCT a extins foarte mult posibilitățile de diagnostic în patologia despicăturilor labio-maxilo-palatine, oferind o evaluare cuprinzătoare, posibilitatea de măsurarea a volumului defectului osos, cu utilitate deosebită în planificarea tratamentului chirurgical reparator, urmat de un tratament ortodontic, precum și posibilitatea de identificarea incluziilor dentare, anodonțiilor, malpozițiilor sau anomaliilor anatomice corono-radiculare care ar putea întârzia / bloca deplasările dentare.

6.2. Aparate roentgen folosite pentru CBCT

Aparatele roentgen folosite pentru realizarea CBCT-ului pot fi aparate de sine stătătoare sau combinând CBCT-ul cu unități atașate otopantomografe și cefalostate care permit realizarea ortopantomografiei/teleradiografiei cu pacientul aflat în ortostatism, sau aflat în șezut pe un scaun.

Elementele componente ale unui aparat pentru realizarea teleradiografiilor sunt: CBCT-ul **simplic sau hibrid combinat cu un ortopantomograf /și un cefalostat**.

În practică se folosesc de obicei aceleași repere ca la ortopantomografia în ocizie.

XIX.7. Tehnici radiologice utilizate în stomatologie

7.1. Tehnici radiografice periapicale

Radiografiile periapicale se realizează prin tehnici diverse care permit radiografierea unui grup de 2 sau 4 dinți cât și a structurilor adiacente periodontale și periapicale.

Clasificarea tehnicilor de realizare a radiografiilor dentare periapicale

Tehnicile de realizare a radiografiilor periapicale se clasifică atât după modul de poziționare a filmului în raport cu complexul dento-alveolar cât și după direcția de acțiune a razei centrale în:

- tehnica bisectoarei;
- tehnica planurilor paralele.

Tehnicile periapicale, denumite și *incidențe retroalveolare, izometrice și ortoradiale* sunt cele mai frecvent folosite în cabinetul stomatologic și permit obținerea imaginii dinților și a procesului alveolar cu o deformare minimă și o definiție foarte bună. Imaginile radiografice obținute au calități deosebite în analiza:

- afecțiunilor dento-alveolare,
- structurii trabecularizației osoase,
- structurii complexului dento-desmodontal.

7.1.1. Tehnica bisectoarei

Tehnica bisectoarei a fost realizată încă din 1905 de către chirurgul R. Darmezin care folosea „peliculă învelită în hârtie neagră parafinată sau cerată”. Începând cu 1907 inginerul polonez *Cieszynski* introduce principiul izometriei fapt care a devenit

cunoscut ca tehnica bisectoarei. Din 1911 *Dieck* dezvoltă mult tehnica la Hamburg motiv pentru care mulți autori au denumit-o „*incidența retroalveolară, izometrică și ortoradială Dieck*”.

Tehnica bisectoarei (fig. 110) constă în:

- menținerea filmului retroalveolar, cât mai aproape de dinții de radiografiat, dar fără a curba filmul,
- evaluarea teoretică pentru fiecare grup de dinți de radiografiat a unghiului format între axul lung al dintelui și axul lung al filmului dentar,
- înclinarea conului localizator sub un anumit unghi, astfel ca raza centrală (RC) să fie orientată către apexurile dentare, perpendiculară pe bisectoarea unghiului dintre axul lung al dintelui și filmul radiologic,
- obținerea imaginii dinților radiografiați cu dimensiuni și proporții egale cu ale dinților studiați utilizând principiul triunghiurilor asemenea.

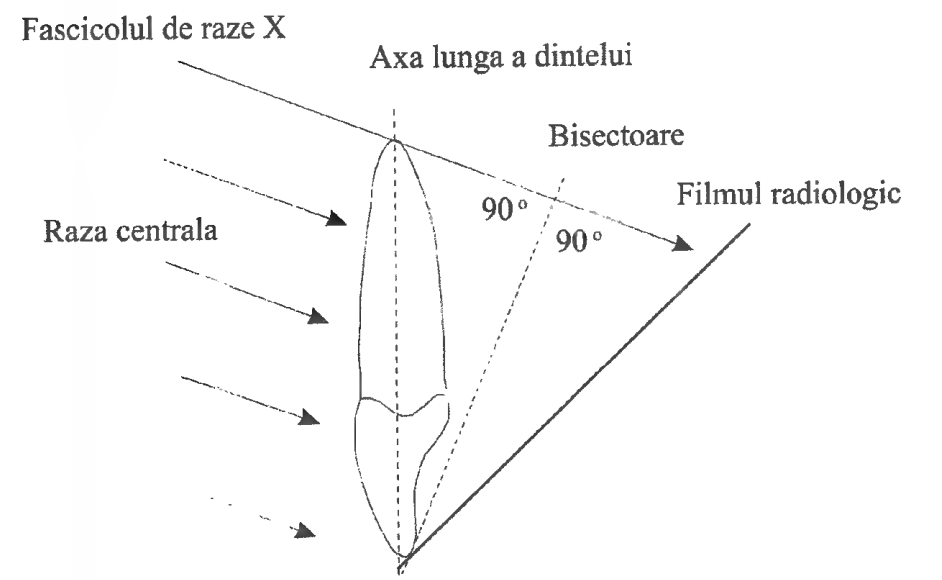


Figura 110. Tehnica bisectoarei, raportul dintre con, film și dinte.

Conul localizator are rol important în realizarea unei tehnici corecte, *izometrice și ortoradiale*.

Pentru a se obține o *imagine izometrică*, egală ca dimensiuni cu dinții radiografiați (izos = egal, metros = măsură) este necesară o stabilire corectă a *înclinării față de verticală* a conului localizator. *Principiul izometriei ne indică proiecția imaginii dinților în plan vertical*.

Conul localizator trebuie să fie înclinat față de verticală astfel încât raza centrală să ajungă perpendicular pe bisectoarea unghiului format între axul lung al dintelui și filmul radiologic dentar.

De multe ori această înclinație față de verticala conului este aproximativă datorită poziției dinților, a palatului dur, a capului pacientului sau a grosimii părților moi ale regiunii.

Când înclinația față de verticală a conului este greșită și *raza centrală fiind perpendiculară pe axul lung al dintelui*, imaginea dinților radiografați apare mărită.

Dacă înclinația față de verticală a conului localizator este greșită, *raza centrală fiind perpendiculară pe axul lung al filmului*, imaginea dinților radiografați apare micșorată.

Pentru a se obține o *imagine ortoradială*, adaptată maxilarelor care au o formă de semicerc este necesară realizarea unei *înclinări corecte față de orizontală* a conului localizator. *Principiul ortoradialității ne indică proiecția imaginii dinților în plan orizontal.*

Pentru realizarea practică a acestui principiu trebuie ca fasciculul de radiații să fie orientat în plan orizontal astfel ca raza centrală să prelungească razele geometrice ale semicercului.

Înclinarea corectă față de orizontală a conului localizator este dependentă de poziția dinților pe arcadă și de forma arcadei. Pentru a respecta ortoradialitatea, în practica curentă trebuie să luăm ca reper spațiile interproximale coronare sau axul mezio-diastal al coroanelor dinților (fig. 111).

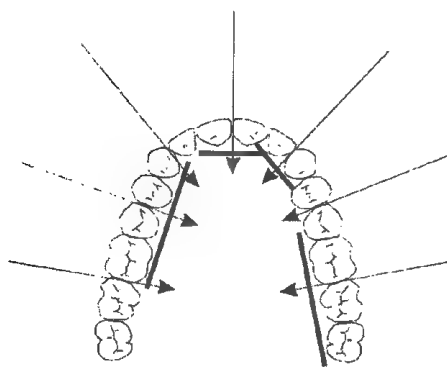


Figura 111. Înclinarea razei centrale în plan orizontal pentru diferite grupe de dinți ai maxilarului superior.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului. Astfel se va asigura pacientul că:

- tehnica nu este dureroasă,
- necesită imobilitatea strictă a capului pacientului în timpul expunerii,
- necesită evitarea mobilizării limbii și a mișcărilor de deglutiție,
- necesită utilizarea șorțului plumbat de radioprotecție,

- necesită îndepărtarea ochelarilor, protezelor dentare mobile, protezelor auditive, sau ale obiectelor metalice de podobă aplicate în zona de radiografiat,
- necesită o prealabilă analiză a conformației cavității bucale și a zonei de radiografiat pentru a realiza corect înclinarea în plan vertical și orizontal a conului localizator.

La pacienții anxioși, emotivi, traumatizați sau la copii, o pregătire psihologică minimă este necesară pentru a elimina efectul de intoleranță la un corp străin: filmul radiologic.

Filmul radiologic dentar va fi plasat retroalveolar, cu fața către fasciculul de radiații.

Marginea inferioară a filmului dentar va depăși cu 2mm planul cuspidian pentru a avea în imagine și coroana dinților radiografați.

Filmele se poziționează după identificarea perforației de pe fața posterioară astfel încât perforația este mereu spre planul cuspidian. Pentru maxilar se folosesc 2 filme verticale la grupul incisivilor sau caninilor, care au perforația în colțul din stânga jos.

Pentru premolarii și molarii maxilarului se plasează filmele orizontal și cu perforația în colțul din dreapta jos.

La mandibulă filmele verticale sau orizontale de la canini și incisivi vor avea perforația în colțul din dreapta sus, către planul ocluzal. Filmele orizontale folosite pentru premolarii și molarii mandibulari vor avea perforația în colțul din dreapta dus.

Acesta va permite identificarea cu ușurință a dinților din radiografii astfel:

- pentru molarii superiori din dreapta se va observa că 16 este în dreptul perforației, iar 18 în partea opusă;
- pentru molarii superiori din stânga 26 va fi de partea opusă perforației iar 28 în dreptul perforației;
- pentru incisivii centrali superiori se evidențiază în dreptul perforației centralul stâng 21, iar centralul drept 11 în partea neperforată;
- în timp ce caninul drept 13 este în dreptul perforației, caninul stâng 23 este în partea neperforată;

Analiza acestor poziții ne permite să constatăm că la maxilar, în filmele așezate orizontal, pe partea dreaptă dinții meziali sunt în dreptul perforației, iar pe partea stângă, dinții distali sunt în dreptul perforației. La filmele verticale spre perforație se vor proiecta dinții distali de pe dreapta maxilarului și cei meziali de pe stânga maxilarului.

La mandibulă la filmele așezate orizontal dinții distali sunt în dreptul perforației în partea dreaptă și cei meziali în partea stângă. La filmele verticale spre perforație se vor proiecta dinții meziali în partea dreaptă și cei distali în partea stângă.

- Pentru o corectă înclinație față de verticală a conului localizator este necesar ca:
- planul ocluzal al arcadei de examinat a pacientului să fie în poziție orizontală,

- conul localizator sa fie centrat pe linia apexurilor, o linie imaginara trasata la maxilarul superior între aripa nasului și tragus, iar la mandibulă la 1 cm deasupra marginii bazilare între vârful mentonului și lobul urechii (fig. 112).

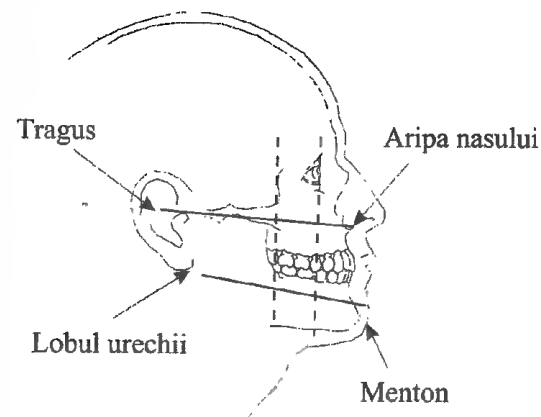


Figura 112. Linia de proiecție la piele a apexurilor dinților maxilarului și mandibulei.

1.a. Poziționarea pentru incisivii superiori

Poziția capului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical, cu marginea inferioară care depășește cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din stânga jos.

Menținerea filmului – cu policele sau indexul mâinii drepte sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților;

Conul localizator – are o înclinare de 45° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie, dacă dinții au o înclinare vestibulară marcată și rădăcini care par lungi, 40° dacă dinții au axul mare vertical și rădăcinile par scurte. Raza centrală este orientată deasupra vârfului nasului, către apexul incisivilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului (fig. 113).

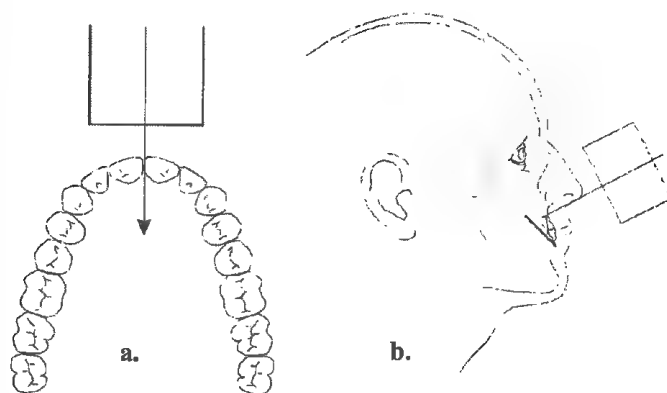


Figura 113 a, b. Poziționarea corectă a filmului, pacientului și razei centrale pentru grup frontal superior.

1.b. Poziționarea pentru caninii superiori

Poziția capului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical cu marginea inferioară care depășește cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din stânga jos.

Menținerea filmului – cu policele sau indexul mâinii opuse caninului radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților;

Conul localizator – are o înclinare de 50° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinții au o înclinare vestibulară marcată și palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 50°. Raza centrală este orientată către apexul caninului de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului. Pentru realizarea acestei poziționări se poate utiliza ca reper linia dusă de la vârful caninului la pupila ochiului opus. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu această linie imagină (fig. 114).

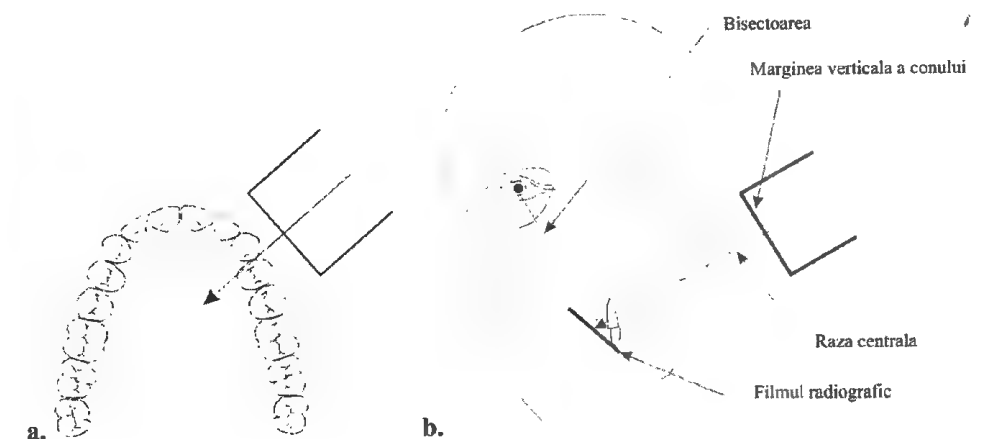


Figura 114 a, b. Poziționarea pentru caninul superior

Deoarece apexul caninului este localizat la aripa nasului, conul localizator trebuie să prezinte o orientare în plan orizontal cât mai aproape posibil de spațiul dintre cuspid și primul bicuspid. Capul conului localizator nu trebuie poziționat prea departe pentru că imaginea caninului nu va mai apare în radiografie.

1.c. Poziționarea pentru premolarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal, cu marginea inferioară care depășește cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din dreapta jos.

Menținerea filmului - cu policele sau indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat în exces printr-o apăsare prea mare pe palat.

Conul localizator - are o înclinație de 40° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinții au o înclinație vestibulară marcată și palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 40°. Raza centrală este orientată către apexul premolarilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului. Pentru realizarea acestei poziționări se poate utiliza ca reper linia dusă de la cuspidul vestibular al primului premolar la baza nasului, respectiv nazion. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu această linie imaginată (fig.115).

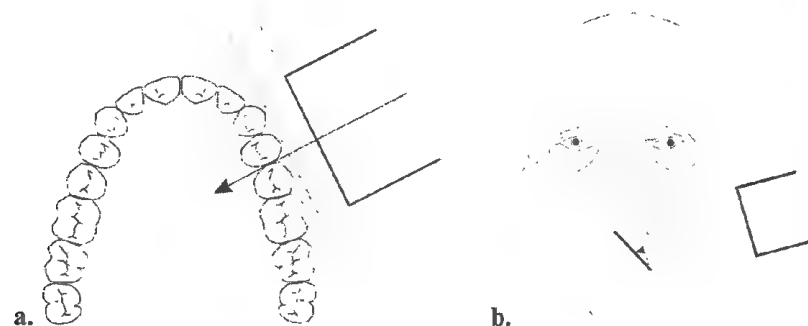


Figura 115 a, b. Poziționarea corectă a filmului, pacientului și razei centrale pentru premolarii superiori.

Poziționarea pe orizontală poate fi realizată în două moduri, operatorul aflat în spatele conului localizator sau în fața acestuia. În primul caz conul este poziționat pe orizontală astfel încât raza centrală să fie plasată între cei doi premolari. Dacă aceștia nu sunt vizibili se ridică puțin comisura bucală. În cel de al doilea caz, operatorul aflat în fața pacientului privește linia formată de suprafețele vestibulare ale premolarilor care trebuie să fie paralelă cu marginea orizontală a conului, raza centrală fiind direcționată între premolari.

1.d. Poziționarea pentru molarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal, cu marginea inferioară care depășește cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Marginea posterioară a filmului este plasată puțin peste tuberozitatea maxilei. Perforația filmului este în colțul din dreapta jos.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat în exces printr-o apăsare prea mare pe palat.

Conul localizator - are o înclinație de 30° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinții au o înclinație vestibulară marcată și palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 30°. Raza centrală este orientată către apexul molarilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film.

Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului.

Poziționarea pe orizontală poate fi realizată în două moduri, operatorul aflat în spatele conului localizator sau în fața acestuia. În primul caz conul este poziționat pe orizontală astfel încât raza centrală să fie plasată între molarul 1 și molarul 2. Dacă aceștia nu sunt vizibili se ridică puțin comisura bucală. În cel de al doilea caz, operatorul aflat în fața pacientului privește linia formată de suprafețele vestibulare ale molarilor care trebuie să fie paralelă cu marginea orizontală a conului localizator, raza centrală fiind direcționată între primii 2 molari. Conul localizator se apropie de tegumente pe linia de proiecție a apexurilor în dreptul unghiului extern al orbitei.

1.e. Poziționarea pentru incisivii inferiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical, cu marginea superioară care depășește cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planșeu.

Conul localizator – se înclină -25° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul simfizei mentoniere. Se corectează unghiul de înclinație a conului la -30° când dinții au o înclinație vestibulară și la -20° când dinții au o poziție verticală.

1.f. Poziționarea pentru caninii inferiori (fig. 116)

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical, cu marginea superioară care depășește cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planșeu.

Conul localizator – se înclină -20° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe linia apexurilor, lateral de protuberanța mentonieră. Se corectează unghiul de înclinație a conului la -25° când dinții au o înclinație vestibulară și la -15° când dinții au o poziție verticală.

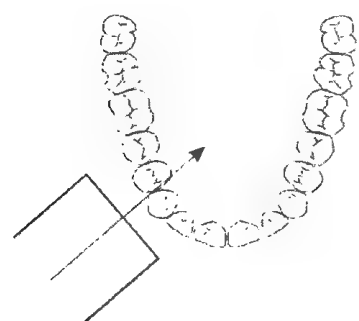


Figura 116. Poziționarea corectă a filmului, pacientului și razei centrale pentru caninii inferiori.

1.g. Poziționarea pentru premolarii inferiori (fig. 117)

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal, cu marginea superioară care depășește cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea și centrat pe premolarul 2. Pacientul are limba coborâtă și retractată. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

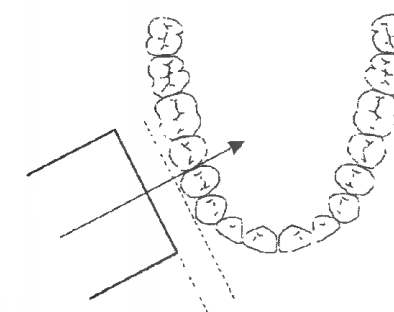


Figura 117. Poziționarea corectă a filmului, pacientului și razei centrale pentru premolarii inferiori.

1.h. Poziționarea pentru molarii inferiori (fig. 118)

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

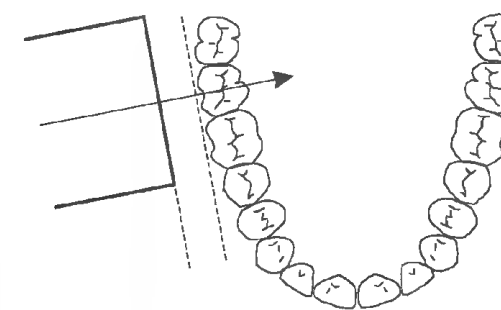


Figura 118. Poziționarea corectă pentru molarii inferiori.

Filmul filmul dentar (3x4) este orizontal centrat pe molarul 2 cu marginea superioară care depășește cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din dreapta sus.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planșeu.

Conul localizator – se înclină între -5° și -10° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul

semicercului imaginar constituit de mandibulă, centrat pe molarul 2. Conul este plasat aproape de unghiul mandibulei.

7.1.2. Tehnica planurilor paralele

Tehnica planurilor paralele (fig. 119) se caracterizează prin faptul că raza centrală este perpendiculară pe axul lung al dintelui și pe planul filmului, solidarizat la conul localizator cu ajutorul unui sistem de susținere a filmului. Se realizează astfel condiții ideale pentru o ortogonalitate perfectă între fascicul și film sau senzor, în radiologia dentară digitală.

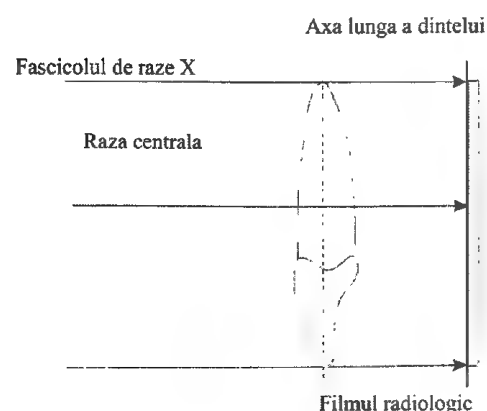


Figura 119. Tehnica planurilor paralele.

Această ultimă tehnică, aparent dificilă atât pentru pacient cât și pentru operator, are avantaje numeroase: absența deformărilor dentare, lipsa proiecției structurilor vecine, vizualizarea perfectă a laminei dura și a crestei alveolare.

Un bilanț dentar complet, realizat prin una din tehnicile retroalveolare, este alcătuit dintr-o serie de clișee al căror număr depinde de vârsta pacientului (în medie 14 filme). Filmele de 2x3 cm pot varia până la 6 pentru copilul cu dentiție temporară. La adult se utilizează filme de 3x4 cm, numărul variind de la 14 la 21.

În funcție de informațiile pe care le dorim se pot realiza alte incidente (ex: căutarea numărului de rădăcini), dar cel mai bine este să se realizeze filme în incidente laterale oblice, mezo- sau disto-excentrice, care permit degajarea structurilor ce se suprapun peste structurile dentare și fac dificilă interpretarea radiografiilor.

Sistemele de susținere a filmului/ senzorului la nivelul conului localizator deși au forma și materialele diferite, au patru componente de bază:

- **suport de susținere a filmului** în poziție paralelă cu axul lung al dintelui și care împiedică îndoirea filmului,
- **piesa bucală** care mușcată de pacient în timpul expunerii stabilește o poziție fermă a dinților în raport cu filmul radiologic,

- **inel sau disc de centrare** care este un dispozitiv de indicare a razei centrale a fascicolului de raze X. În unele cazuri discul de centrare este realizat din plumb și poate asigura o colimare suplimentară prin intermediul unei ferestre de formă și dimensiunea filmului dentar.
- **tija culisantă** ce permite situarea permanentă a filmului pe direcția inelului de centrare.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului, la fel ca la tehnica bisectoarei, explicând că: tehnica nu este dureroasă, necesită imobilitatea strictă a capului pacientului în timpul expunerii, necesită evitarea mobilizării limbii și a mișcărilor de deglutiție, necesită utilizarea șorțului plumbat de radioprotecție, necesită îndepărtarea ochelarilor, protezelor dentare mobile, protezelor auditive, sau ale obiectelor metalice de podoabă aplicate în zona de radiografiat, necesită o prealabilă analiză a conformației cavității bucale și a zonei de radiografiat pentru a realiza poziționarea sistemului de susținere a filmului radiologic.

La pacienții anxioși, emotivi, traumatizați sau la copii, o pregătire psihologică minimă este necesară pentru a elimina efectul de intoleranță la un corp străin: filmul radiologic și piesa bucală.

Filmul radiologic dentar va fi plasat în suportul de susținere, cu fața către fasciculul de radiații și care va trebui poziționat paralel cu axul lung al dintelui.

În vederea realizării unor imagini corecte trebuie realizate următoarele etape:

- 1) alegerea corectă a ansamblului suport de susținere - film dentar.
 - Pentru incisivii și caninii maxilarului și mandibulei se folosește suportul de susținere anterior care va folosi filme cu dimensiunea 22x35mm. Ele vor fi orientate cu axul lung vertical.
 - Pentru premolari și molarii maxilarului și mandibulei se folosește suportul de susținere posterior pentru partea dreaptă sau stângă a arcadei. Dimensiunea filmelor va fi de 31x41mm și vor fi orientate cu axul lung pe direcția orizontală.
 - La mandibulă filmele verticale de la canini și incisivi vor avea perforația în colțul din stânga sus, către planul ocluzal. Filmele orizontale folosite pentru premolari și molarii mandibulari vor avea perforația în colțul din dreapta dus.
- 2) poziționarea capului – se fixează capul în tetieră cu planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;
- 3) poziționarea pacientului în poziție șezând, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

4) poziționarea filmului – aceasta este dată de poziția sistemului de susținere care este amplasat în funcție de regiunea de examinat.

2.a. Poziționarea pentru incisivii și canini superiori

Filmul dentar nr.1 (22x35 mm) este poziționat vertical în suportul de susținere de tip anterior. Poziționarea se face posterior la o distanță de dinte astfel încât filmul să se potrivească înălțimii palatului dur.

2.b. Poziționarea pentru premolarii și molarii superiori

Filmul dentar nr. 2 este pus orizontal în suportul de susținere de tip posterior drept sau stâng. Între piesa bucală și dinții mandibulei se poate plasa un rulu de tifon care să asigure poziționarea filmului în spatele dinților de radiografiat.

Marginea superioară a filmului aflat în suportul de susținere este plasată aproximativ la nivelul porțiunii mediane a palatului în funcție de înălțimea sa.

Se verifică paralelismul filmului cu axul lung al dinților și centrarea filmului la nivelul celui de al doilea premolar sau molar în funcție de grupul dinților radiografiati.

2.c. Poziționarea pentru incisivii și caninii inferiori

Filmul dentar nr. 1 este poziționat vertical în suportul de susținere de tip anterior. Între piesa bucală și dinții maxilarului superior se poate plasa un rulu de tifon care să asigure poziționarea filmului în spatele incisivilor centrali.

Marginea inferioară a filmului aflat în suportul de susținere este plasată la nivelul planșeului în fața frenului lingual. Pentru a ajunge în această poziție filmul este introdus paralel cu planșeul cavității orale și apoi este ridicat în poziție verticală timp în care se va cere pacientului să ridice și să relaxeze limba.

Verificarea paralelismului filmului cu axul lung al dinților și centrarea filmului pe linia mediană, între incisivi sau între incisivul lateral și canin, funcție de dinții de radiografiat.

2.d. Poziționarea pentru premolarii și molarii inferiori

Filmul dentar nr. 2 este poziționat orizontal în suportul de susținere de tip posterior drept sau stâng. Între piesa bucală și dinții mandibulei se poate plasa un rulu de tifon care să asigure poziționarea filmului în spatele dinților de radiografiat.

Marginea inferioară a filmului aflat în suportul de susținere este plasată în sulcusul lingual în dreptul dinților.

Se verifică paralelismul filmului cu axul lung al dinților și centrarea filmului la nivelul celui de al doilea premolar sau molar în funcție de grupul dinților radiografiati.

- Sistemul de susținere al filmului este rotit astfel încât dinții de radiografiat să atingă piesa bucală. Pacientul trebuie să muște ușor piesa bucală și ruloul de tifon pentru a asigura o poziționare fermă a filmului.
- Alinierea conului localizator cu tija culisantă în plan vertical și orizontal prin apropierea inelului de centrare până la 12 mm de suprafața regiunii de radiografiat.

7.1.3. Dificultăți frecvent întâlnite în realizarea radiografiilor periapicale

Nu de puține ori poziționarea corectă a filmului dentar retroalveolar este dificilă datorită:

- impedimentelor locale, anatomice sau patologice,
- dificultăți pacientului de a se obișnui cu plasarea intraorală a filmul radiologic.

În aceste condiții particulare, destul de rar întâlnite este nevoie de adaptarea tehnicilor de realizare a radiografiilor periapicale descrise anterior.

În practica curentă cele mai frecvente dificultăți întâlnite sunt la:

- poziționarea filmului pentru molarii superiori și molarul 3 mandibular,
- poziționarea filmului la pacienții cu anumite particularități anatomice (boltă palatină adâncă sau aplatizată, planșeu bucal în poziție înaltă, fren lingual scurt),
- poziționarea filmului la pacienții cu anumite condiții patologice locale (torus, tumori, chisturi),
- poziționarea filmului la pacienții cu reflex de vomă exagerat,
- poziționarea filmului la pacienții care sunt în tratament endodontic,
- poziționarea filmului la copii de vârste mici,
- poziționarea filmului la pacienții parțial edentați,
- poziționarea filmului la pacienții cu dizabilități.

Probleme legate de poziționarea filmului la molarii superiori și inferiori

1) Poziționarea corectă pentru molarii superiori

De multe ori constatăm pe radiografiile retroalveolare realizate cu tehnica bisectoarei, suprapunerea proeminenței arcului zigomatic peste apexurile molarilor superiori. Aceasta constituie un impediment major în interpretarea radiografiilor și se datorează înclinării sub un unghi de 30° a conului localizator.

Le Master a corectat acest defect al imaginii radiografice introducând procedeul care îi poartă numele. El constă în introducerea unui rulou de vată între film și coroana molarilor de explorat. În acest fel se mărește unghiul dintre axul dintelui și film, realizând aproape un paralelism între cele 2 axe. Conul localizator va fi înclinat cranio-caudal sub un unghi de 10° . El se apropie de tegumente pe linia de proiecție a apexurilor în dreptul unghiului extern al orbitei, pe sub arcada zigomatică.

Imaginea radiografică obținută este izometrică, cu apexurile molarilor bine vizibile dar cu rădăcinile egale, astfel încât rădăcina palatinală nu se diferențiază de rădăcina vestibulară.

2) Poziționarea corectă pentru molarul 3 inferior

Sunt cazuri în care molarul 3 inferior este situat aproape orizontal la nivelul arcadei dentare, iar rădăcinile sale sunt greu de vizualizat în totalitate pe radiografia periapicală.

Pentru a elimina acest inconvenient trebuie ca filmul dentar să fie plasat cât de posterior posibil pentru ca apexurile rădăcinilor molarului 3 și canalul dentar inferior să poată fi vizualizate.

Pentru a putea realiza acest deziderat se pot folosi drept soluții:

- folosirea unui suport de fixare a filmului dentar,
 - realizarea a două radiografii pentru molarul 3, fiecare având o altă înclinare a conului localizator.
- a) Suportul de fixare a filmului poate fi reprezentat de:
- un suport din plastic, special construit și comercializat care poate fi sterilizat,
 - un suport pensă, tip Péan, cu sau fără aripioară metalică, ușor de sterilizat.

Folosind aceste suporturi poziționarea se realizează astfel:

- filmul se prinde în pensă de marginea superioară, astfel încât fața filmului să fie perpendicular pe marginea superioară a suportului sau pe aripioara de metal a pensei;
- filmul fixat în suport, se introduce orizontal în cavitatea orală, având fața anterioară orientată superior;
- când este așezat cât mai posterior posibil se rotește cu fața anterioară spre coroana molarului 3;
- pacientul este rugat să închidă gură și să țină suportul cu mâna opusă regiunii de radiografiat;
- conul localizator este așezat pe linia apexurilor, respectiv în dreptul unghiului de 90° care se realizează între filmul plasat în dreptul molarului 3, la 1 cm de marginea inferioară a mandibulei și o linie verticală coborâtă de la nivelul marginii externe a orbitei; raza centrală având o înclinație ușoară cranio-caudală, de 5° .

b) Se pot folosi și două incidențe diferite pentru molarul 3, fiecare având o altă înclinare a conului localizator:

- filmul este poziționat cu ajutorul suportului cât mai posterior posibil;
- conul localizator este poziționat la 1 cm de marginea inferioară a mandibulei, în dreptul verticalei coborâte de la unghiul orbitei, având raza centrală orientată la 5° , cranio-caudal, în spațiul dintre molarul 2 și 3. Imaginea radiografică obținută are inconvenientul că amputează apexurile molarului 3, dar vizualizează raporturile cu molarul 2 (fig. 120 a);
- în a doua incidență filmul are aceeași amplasare, dar conul localizator este poziționat posterior, raza centrală are o orientare de 5° dar disto-excentrică în raport cu molarul 2; Imaginea obținută are inconvenientul că amputează coroanele molarilor 1 și 2 dar vizualizează apexurile molarului 3 și raportul cu canalul dentar inferior (fig. 120 b).

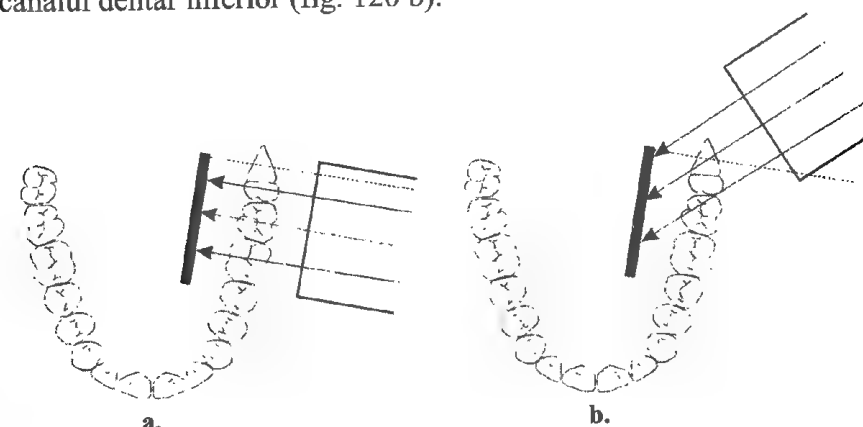


Figura 120. Poziționarea conului și a razei centrale în cazul radiografierii molarului 3 situat orizontal.

Poziționarea filmului la pacienții cu anumite particularități anatomice

Particularitățile anatomice cel mai frecvent întâlnite în practică și care necesită folosirea unor remedii pentru poziționarea corectă a filmului dentar sunt: bolta palatină adâncă sau aplatizată, planșeu bucal în poziție înaltă, frenul lingual scurt.

În cazul în care pacientul prezintă o boltă palatină adâncă și îngustă apar dificultăți în realizarea radiografiei incisivilor superiori prin tehnica planurilor paralele.

Soluțiile pentru acest inconvenient constau în:

- folosirea de filme înguste de 2x4 cm, care se folosesc separat pentru incisivii centrali și respectiv pentru incisivii laterali, deci realizăm tehnica planurilor paralele cu încă 2-3 expuneri suplimentare;

- folosirea de filme de 3x4cm și a tehnicii bisectoarei pentru grupul incisivilor centrali, dar având grijă ca să creștem cu 5° unghiul de înclinare a razei centrale la pacienții cu retrodenție și cu 10° la pacienții cu prodenție;
- pentru pacienții boltă înaltă pentru molarii explorați prin tehnica bisectoarei, trebuie să folosim o corecție a unghiului de înclinare a razei centrale de -5°.

Dacă **bolta palatină** este aplatizată apar dificultăți în realizarea radiografiilor prin tehnica planurilor paralele, motiv pentru care se recurge la utilizarea tehnicii bisectoarei.

„Cu toate acestea unghiul mare dintre dinte și film datorată palatului coborât impune creșterea cu 5° a unghiul de înclinare a razei centrale la pacienții cu retrodenție și cu 10° la pacienții cu prodenție, ajungând astfel la 50°-55°.

Dacă planșeul bucal prezintă o conformație specifică pot exista dificultăți în poziționarea corectă a filmului când:

- există o constricție excesivă a mușchilor coborători ai mandibulei,
- apare o poziție înaltă a planșeului bucal,
- frenul lingual este scurt constituțional.

Constricție excesivă a mușchilor coborători ai mandibulei în momentul deschiderii gurii pentru poziționarea filmului în contact cu mucoasa planșeului bucal poate determina reacții de opoziție din partea pacientului.

Soluția constă în folosirea unui suport de susținere a filmului care permite introducerea filmului când gura este întredeschisă, spațiul dintre arcade fiind de 1-2 cm. Mușchii coborători ai mandibulei fiind relaxați și planșeul detensionat, suportul cu filmul este introdus inițial orizontal între arcade și apoi orientat retroalveolar, profund intraoral sub limbă pentru tehnica planurilor paralele.

În cazul în care pacientul nu tolerează această poziție profund intraorală se imprimă filmului fixat în suport o poziție retroalveolară, ca pentru tehnica bisectoarei.

În ambele tehnici pacientul mușcă suportul cu filmul dentar iar centrarea se va face pe verticală, pe proiecția la piele a apexurilor, perpendicular pe film, în tehnica planurilor paralele sau pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film, în tehnica bisectoarei.

Când frenul lingual este scurt constituțional este dificil de radiografiat incisivii inferiori prin tehnici retroalveolare.

Soluțiile pe care le putem folosi constau în:

- folosirea tehnicii bisectoarei, incidența Cieszynski- Dieck, dar plasând filmul parțial retroalveolar și cu ½ postero-inferioară deasupra vârfului limbii,
- folosirea tehnicii bisectoarei, incidența Belot plasând filmul ocluzal.

În cazul utilizării incidenței Cieszynski- Dieck:

- vârful limbii va fi lipit de planșeul bucal;

- filmul poate fi fixat în suportul de susținere sau menținut cu ajutorul indexului, având marginea inferioară și fața dorsală în contact cu 1/3 anterioară a limbii;
- centrarea în plan vertical va fi către apexul incisivilor cu o înclinare ascendentă a razei centrale cu 5° mai mult decât înclinarea normală;
- timpul de expunere și kilovoltajul vor fi ușor mărite pentru a contrabalansa interpunerea limbii între film și dinți.

În cazul utilizării incidenței Belot:

- filmul 3/4cm sau 4/5cm este plasat orizontal și ținut în ocluzie cu 2/3 intraoral și 1/3 extraoral;
- centrarea în plan vertical va fi în sens caudo-cranial, către apexul incisivilor, cu o înclinare ascendentă a razei centrale de 45°.

Poziționarea filmului la pacienții cu anumite condiții patologice locale

În practica curentă uneori întâlnim afecțiuni cum sunt torus, chisturi sau tumori.

Explorarea dinților aflați în vecinătate sau incluși în unele din aceste afecțiuni necesită adaptarea tehnicilor de radiografiere periapicală.

Torusul palatin și mandibular sunt hiperplazii osoase sau exostoze benigne situate în centrul bolții palatine sau pe față linguală a mandibulei. Prin imposibilitatea de plasare a filmului profund intraoral ele impun ca soluție folosirea incidenței Cieszynski- Dieck sau Belot.

Chisturile sau tumorile benigne sau maligne atunci când au o dezvoltare excentrică intraorală impun realizarea unei tehnici cu film ocluzal în incidență Belot sau Simpson. Trebuie avută în vedere că tumefierea și edemul părților moi alături de aceste procese tumorale sau chistice impun o creștere a timpului de expunere și a kilovoltajului pentru a evita obținerea unor imagini subexpuse, lipsite de contrast.

Poziționarea filmului la pacienții traumatizați

Leziunile traumatice ale dinților, maxilarelor și părților moi sunt uneori însoțite de agitație, tremurături și obnubilare. Pentru a putea realiza radiografii periapicale la acești pacienți este nevoie de o prealabilă ameliorare a stării de agitație a pacientului, de utilizarea unor filme sensibile (E, E+) și de o mărire a timpului de expunere, pentru a compensa edemul părților moi.

Prezența trismusului sau a lipsei de cooperare a pacientului impun realizarea unei incidențe ocluzale Belot.

Poziționarea filmului la pacienții cu reflex de vomă exagerat

Nu de puține ori poziționarea filmului la unii pacienți declanșează reflexul de vomă, mai ales pentru regiunea molarilor superiori sau inferiori.

Soluțiile pe care le putem aplica constau în:

- adoptarea de către asistentul care execută filmul a unei atitudini precise și optimiste, de combatere a anxietății;
- în timpul poziționării filmului pacientul este invitat să respire pe nas;
- se începe cu radiografierea grupului dinților frontali, pentru a câștiga încrederea pacientului, urmată de regiune dinților laterali;
- se evită pe cât posibil atingerea palatului moale și a porțiunii dorsale a limbii;
- în caz de eșec se recurge la folosirea unui anestezic local înaintea poziționării.
- unii autori recomandă și metode de reducere a stimulilor tactili prin:
 - poziționarea rapidă și precisă a filmului plasat în suportul de susținere;
 - realizarea unei expuneri rapide după o poziționare corectă a conului;
 - iar în caz de eșec cu declanșarea vomei recurgerea la:
 - 1) percuția de 3-4 ori a regiunii temporale a pacientului;
 - 2) utilizarea unui film "anti-vomă", film dentar păstrat la rece care diminuează atenția pacientului;
 - 3) atingerea de către pacient a unui obiect dur sau ridicarea mâinii;
 - 4) masarea regiunii temporale bilateral;
 - 5) menținerea unui cub de gheață în gură și înghițirea apei reci;
 - 6) aplicarea unei soluții sărate pe vârful limbii.

Când toate aceste metode nu sunt utile se recurge la radiografii ocluzale în incidență Belot.

Poziționarea filmului la pacienții care sunt în tratament endodontic

La pacienții care efectuează radiografii în timpul tratamentului endodontic, având acele pe canal apar unele dificultăți constând în:

- menținere a filmului când folosim tehnica planurilor paralele
- identificarea și separarea canalelor rădăcinilor,
- stabilirea lungimii canalelor rădăcinilor în cazul radiografiilor alungite sau scurte.

Pentru depășirea acestor dificultăți pot fi folosite următoarele soluții:

- utilizarea unor dispozitive speciale de susținere a filmelor, unele dintre acestea prezentând și un coș ce permite adaptarea dispozitivului la prezența acelor în canalele rădăcinilor.

- realizarea a cel puțin două radiografii dintre care una în poziție mezio sau distoexcentrică pentru separarea rădăcinilor
- utilizarea tehnicii planurilor paralele înaintea tratamentului edodontic și măsurarea pe radiografia obținută a lungimii rădăcinilor și aprecierea lungimii acestora pe filmele realizate ulterior.

Realizarea radiografiilor periapicale la copii

Principalele probleme care apar la realizarea radiografiilor periapicale la copii constau în:

- existența la copii a sentimentului de teamă față de medici și asistenți sau față de aparatura din laboratorul de radiologie. Această teamă este mai mare în cazul în care radiografiile se efectuează în cadrul cabinetului de medicină dentară,
- apariția reflexului de vomă în momentul poziționării intraorale a filmului dentar,
- imposibilitatea realizării tehnicii planurilor paralele la copii de vârste mici,
- dimensiunile mici ale cavității orale care îngreunează poziționarea filmului dentar mai ales în vecinătatea molarilor.

Aceste probleme pot fi depășite prin aplicarea următoarelor soluții:

- asigurarea unei atmosfere calme, plină de bunăvoință din partea personalului medical care execută radiografia. În plus trebuie să se explice copilului cât mai pe înțelesul său modul în care se va realiza radiografia, precizându-se faptul că acest examen este similar realizării unei fotografii, în acest caz a dinților.
- pentru a convinge copilul că examenul este nedureros se poate simula realizarea unei radiografii la unul dintre părinți care însoțește copilul sau la alt copil care este mai mare și care a realizat deja radiografia.
- permițând copilului să examineze filmul radiologic dentar și aparatul cu care se realizează radiografiile se poate micșora teama și starea de neliniște a copilului.
- în vederea diminuării reflexului de vomă se recomandă folosirea tuturor metodelor de combatere a acestui reflex descrise anterior pentru adulți și în plus se vor utiliza filme radiologice cu dimensiuni mici 2/3 cm sau 2/4 cm pentru a reduce contactul marginilor filmului cu mucoasa bucală, cu gingia sau cu limba. Se vor folosi de asemenea filme cu sensibilitate maximă pentru a reduce timpul de expunere.
- deoarece bolta palatină este joasă iar planșeul bucal este puțin coborât, susținerea intraorală a filmelor este realizată de copil și se folosește tehnica

bisectoarei (Cieszynski-Dieck) la care unghiul de înclinare a razei centrale este mai mare cu 5° față de înclinația în cazul adulților pentru fiecare grup de dinți. La preșcolari se poate folosi metoda bisectoarei în incidența Belot în care filmul este în poziție ocluzală și la care unghiul de înclinare a razei centrale este mai mare cu 5° față de înclinația în cazul adulților pentru fiecare grup de dinți. Incidența poate fi folosită atât pentru regiunea dinților frontali cât și a molarilor (fig. 121).

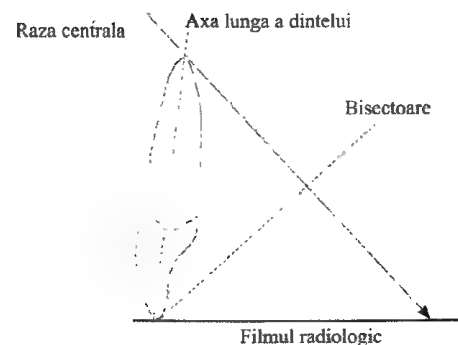


Figura 121. Tehnica Belot pentru incisivii superiori.

7.1.3. Tehnica bitewing (interproximală)

Această tehnică permite realizarea de radiografii dentare selective, care evidențiază cariile interproximale, mai dificil de depistat la examenul clinic. Tehnica clasică utilizează un film radiologic de 2,7x 5,4 cm, prevăzut cu aripioară, care va servi ca mijloc de fixare a acestuia în interiorul cavității orale. Raza centrală este ușor înclinată cranio-caudal de la 6° la 10° în raport cu planul de ocluzie.

Cele mai cunoscute utilizări ale acestei tehnici sunt: depistarea cariilor aproximale, mai ales a celor de smalț precavitate, depistarea cariilor aproximale radiculare, decelarea modelului de evoluție al cariilor ocluzale (cariile ocluzale ascunse), aprecierea prezenței cariilor secundare sau recidivate, aprecierea morfologiei septului interdental.

Principii teoretice

Pentru acesta tehnică folosim filme care prezintă aripioara plasată la mijlocul filmului, paralelă cu marginile inferioară și superioară a acestuia.

În cazul folosirii dispozitivelor de centrare, care plasează filmul în centrul fasciculului și asigură perpendicularitatea razei centrale pe centrul filmului, se evită riscul excluderii din fascicul a unei porțiuni din film.

- Plasarea filmului cu aripioare cu axul lung orizontal pentru regiunea premolarilor și molarilor și cu axul lung vertical pentru grupul incisivi-canini,

- Poziționarea feței posterioare a dinților în contact strâns cu fața filmului dentar,
- Realizarea paralelismului dintre fața posterioară a dinților și fața filmului dentar folosind, de multe ori, două filme separate, pentru regiunea molarilor și premolarilor în raport cu forma arcului dentar (fig. 122),

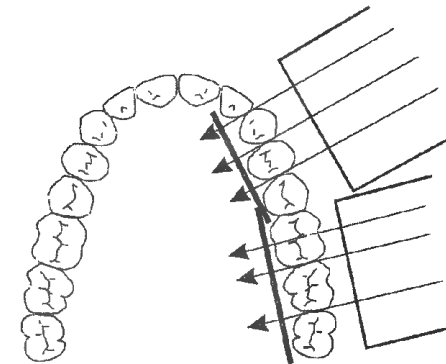


Figura 122. Aplicarea tehnicii Bitewing folosind două filme separate

- Orientarea în plan orizontal a conului localizator astfel încât raza centrală să treacă sub un unghi drept prin film și dinte și să acopere întreaga suprafață a filmului radiologic,
- Orientarea în plan vertical a conului localizator astfel încât raza centrală să facă un unghi de 5-8° față de orizontală pentru a compensa curba lui Monson.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului. Astfel se va asigura pacientul că: se asigură o imobilitate strictă a capului pacientului în timpul expunerii, se evită mobilizării limbii și a mișcărilor de deglutiție, se utilizează șorțului plumbat de radioprotecție, după îndepărtarea ochelarilor, protezelor dentare mobile, protezelor auditive, sau ale obiectelor metalice de podoabă aplicate în zona de radiografiat, se analizează și conformația cavității bucale și a zonei de radiografiat pentru a realiza corect înclinarea în plan vertical și orizontal a conului localizator.

La pacienții anxioși, emotivi, traumatizați sau la copii, o pregătire psihologică minimă este necesară pentru a elimina efectul de intoleranță la un corp străin: filmul radiologic.

Filmul radiologic dentar va fi plasat retroalveolar, cu fața către fasciculul de radiații și cu aripioara între suprafețele ocluzale.

Se vor folosi filme cu aripioare de dimensiuni ce corespund categoriei de vârstă a pacientului. Pentru copii sub 12 ani se vor folosi filme cu aripioare de 22x35 mm. La

copii la care s-a produs eruperea celui de al doilea molar permanent se pot folosi filme cu aripioare de 31x41 mm. Pentru adulți se vor folosi filme cu aripioare de 22x35 mm, 31x41 mm și ocazional filme de 27x54 mm.

Tehnica bitewing are două variante: una la care pacientul ține filmul în ocluzie mușcând aripioara (în acest caz poziționarea conului localizator se realizează din ochi) și o a doua care folosește un sistem de poziționare a filmului cu aripioare, fapt care ușurează poziționarea conului localizator.

Poziționarea pacientului

Poziția capului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical.

Pacientul – în poziție șezând, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar cu aripioară este poziționat de obicei orizontal și mult mai rar vertical pentru regiunea premolarilor și molarilor. Operatorul va introduce filmul ținut între index și police în șanțul lingual opus dinților posteriori. Marginea anterioară a filmului va fi poziționată în vecinătatea marginii distale a caninului în timp ce marginea posterioară a filmului ajunge de obicei posterior de porțiunea mezială a molarului 3. *Menținerea filmului* – Pacientul ține filmul în ocluzie mușcând ferm aripioara. De cele mai multe ori nu se folosesc sisteme de susținerea filmelor. În ultimul timp se încearcă folosirea acestor sisteme pentru a ușura poziționarea nearbitrară a conului localizator.

Conul localizator – are o înclinație de 5-8° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Raza centrală este orientată perpendicular pe axul dintelui și film.

Deoarece în timpul poziționării, după ce pacientul a închis gura, filmul nu mai poate fi văzut, pentru a evita apariția unor zone neexpuse, pentru poziționarea conului localizator se recomandă luarea ca reper a colțului gurii. Marginea verticală a conului trebuie să fie în dreptul acestui reper.

Avantajele tehnicii

- preț de cost scăzut,
- tehnica este simplă și ușor de realizat de către operator,
- poate fi folosită cu ușurință la copii,
- nu există pericol de răspândire a infecțiilor deoarece aripioarele sunt de unică folosință,
- evidențiază cele mai mici modificări ale limbusului alveolar.

Dezavantajele tehnicii

- În absența sistemului de susținere a filmului, operatorul alege din ochi pozițiile pe verticală și orizontală ale conului localizator,
- Radiografia nu este perfect reproductibilă și de aceea nu poate fi folosită pentru aprecierea evoluției cariilor,
- Erori de poziție pe orizontală a conului localizator și de direcționare a razei centrale,
- Filmul poate fi deplasat cu ușurință de mișcările limbii.

7.2. Tehnici ocluzale

Tehnicile ocluzale folosesc un film sau o mică casetă intraorală plasată în plan ocluzal și mușcat de către pacient. Se utilizează filme cu dimensiuni de 5,5x7,5 cm sau dimensiuni apropiate (4x5 cm, 3x4 cm la copii).

În funcție de orientarea fasciculului de raze X, incidențele pot fi:

- *disocluzale*
 - oblice mediane: *tehnica Belot*, folosită în cazul suprapunerii rădăcinii palatinale a molarilor superiori;
 - oblice postero-laterale: *tehnica Bonneau*, folosită pentru căutarea litiazei sau a calcificărilor glandelor submandibulare și *tehnica Balters*.
- *ortogonale*, perpendiculare:- *tehnica Simpson*.

7.2.1. Tehnica Belot

Această tehnică care utilizează filmul plasat în plan ocluzal iar raza centrală perpendiculară pe bisectoarea unghiului dintre axul dintelui și planul ocluzal rămâne utilă în cazul pacienților cu trismus, cu anchiloză temporo-mandibulară sau cu reflex exagerat de vomă.

Imaginile radiografice obținute sunt comparabile cu cele obținute prin radiografii retro-alveolare pentru apexurile dentare și regiunea periapicală, dar inexacte pentru patologia parodontiului marginal.

Tehnica Belot folosește principiul bisectoarei care constă în:

- menținerea filmului ocluzal cât mai aproape de dinții de radiografiat, dar fără a curba filmul,
- evaluarea teoretică pentru fiecare grup de dinți de radiografiat a unghiului format între axul lung al dintelui și axul lung al filmului dentar plasat ocluzal,
- înclinarea conului localizator sub un anumit unghi, astfel ca raza centrală (RC) să fie orientată către apexurile dentare, perpendiculară pe bisectoarea unghiului dintre axul lung al dintelui și filmul radiologic,

- obținerea imaginii dinților radiografați cu dimensiuni și proporții egale cu ale dinților studiați se realizează utilizând principiul triunghiurilor egale,
- datorită unghiului mare dintre axul lung al dintelui și film fidelitatea imaginii radiologice este diminuată în raport cu filmul retroalveolar.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului.

Filmul radiologic dentar va fi plasat între fețele ocluzale ale arcadelor dentare, cu fața către fasciculul de radiații.

Marginea inferioară a filmului dentar va depăși cu 10mm planul cuspidian pentru a avea în imagine și coroana dinților radiografați.

Filmele se poziționează după identificarea perforației de pe fața posterioară astfel încât perforația este mereu spre planul cuspidian. Pentru maxilar se folosesc 3 filme: unul pentru grupul incisivilor și caninilor, care au perforația în colțul din dreapta jos și 2 pentru premolarii și molarii maxilarului cu perforația în colțul din stânga jos.

Pentru o corectă înclinație față de verticală a conului localizator este necesar ca:

- planul ocluzal al arcadei de examinat a pacientului să fie în poziție orizontală,
- conul localizator să fie centrat pe linia apexurilor, o linie imaginară trasată la maxilarul superior între aripa nasului și tragus, iar la mandibulă la 1 cm deasupra marginii bazilare între vârful mentonului și lobul urechii.

1.a. Poziționarea pentru incisivii și caninii superiori

Poziția capului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5cm) este ocluzal, cu marginea inferioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din dreapta jos.

Conul localizator – are o înclinație de 65° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie, dacă dinții au o înclinație vestibulară marcată și rădăcini care par lungi, 50° dacă dinții au axul mare vertical și rădăcinile par scurte. Raza centrală este orientată deasupra vârfului nasului, către apexul incisivilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului.

1.b. Poziționarea pentru premolarii și molarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5cm) este ocluzal, cu marginea inferioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din stânga jos.

Conul localizator – are o înclinație de 55° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinții au o înclinație vestibulară marcată și palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 55°. Raza centrală este orientată către apexul premolarilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului. Pentru realizarea acestei poziționări se poate utiliza ca reper linia dusă de la cuspidul vestibular al primului premolar la baza nasului, respectiv nazion. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu această linie imaginară.

Poziționarea pe orizontală poate fi realizată în două moduri, în funcție de dinții afectați: premolari sau molar. În primul caz conul este poziționat pe orizontală astfel încât raza centrală să fie plasată între cei doi premolari. În cel de al doilea caz, operatorul aflat în fața pacientului privește linia formată de suprafețele vestibulare ale molarilor care trebuie să fie paralelă cu marginea orizontală a conului, raza centrală fiind direcționată între molari.

1.c. Poziționarea pentru incisivii și caninii inferiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5 cm, 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu marginea superioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Conul localizator – se înclină 55° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul simfizei mentoniere. Se corectează unghiul de înclinație a conului la 55° când dinții au o înclinație vestibulară și la 50° când dinții au o poziție verticală.

1.d. Poziționarea pentru premolarii și molarii inferiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5 cm, sau 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu marginea superioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Filmul va fi deplasat mult spre posterior, până când se oprește în marginea anterioară a ramurii ascendente. Pacientul are limba coborâtă și retractată. Perforația filmului este în colțul din dreapta sus.

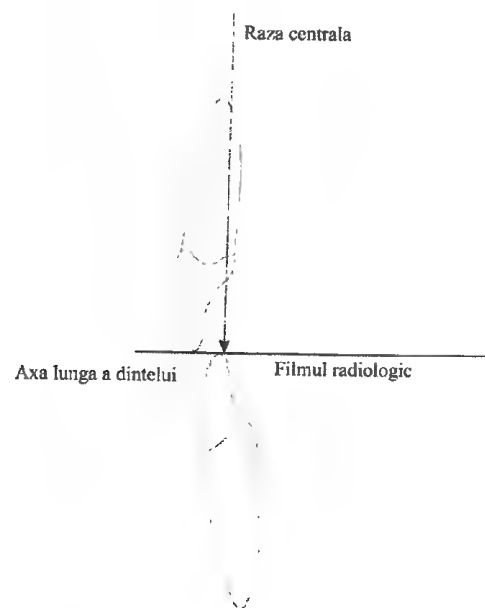
Conul localizator – se înclină -45° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către rădăcina premolarului 2 sau a molarului 2, în funcție de dintele afectat. Conul este plasat pe linia apexurilor raza centrală pătrunzând la nivelul apexului protuberanței mentoniere. Se corectează unghiul de înclinație a conului la -50° când dinții au o înclinație vestibulară și la -40° când dinții au o poziție verticală.

Ca variante la tehnica Belot sunt *incidențele Balters și Bonneau*.

Incidența Balters este o incidență transorbitară, cu film mușcat, folosită pentru înlăturarea suprapunerii apofizei zigomatice și a pereților sinusali de apexurile celui de al treilea molar. Dezavantajul incidenței constă în iradierea directă a cristalinului.

Incidența Bonneau este o incidență disocluzală postero-laterală utilă în cercetarea litiazei sau calcificărilor din glandele submandibulare.

7.2.2. Tehnica Simpson



Această tehnică orto-ocluzală la care filmul ocluzal este mușcat de către pacient, are raza centrală perpendiculară pe film și pe planul de ocluzie (fig. 123). Imaginea radiologică pe care o obținem reprezintă o proiecție a dinților în lungul axei lor, sub forma unui cerc radio-opac cu un punct radio-transparent central reprezentat de canalul radicular. În prezent tehnica rămâne utilă în completarea tehnicilor retro-alveolare pentru analiza leziunilor osoase ale suprafețelor vestibulare și orale, leziunilor tumorale și chistice, corpi străini radio-opaci sau căilor false post-tratament endodontic.

Figura 123. Principiul tehnicii Simson.

Principii teoretice

Tehnica Simpson folosește filmul plasat orizontal, paralel cu planul de ocluzie, în contact cu marginile incizale și suprafețele triturante, iar raza centrală este perpendiculară pe film.

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului.

Filmul radiologic dentar va fi plasat între fețele ocluzale ale arcadelor dentare, cu fața către fasciculul de radiații. Marginea inferioară a filmului dentar va depăși cu 10mm planul cuspidian. În această tehnică se folosesc 6 filme 4x5 cm sau 2 filme 5,5x7,5 cm pentru radiografierea dinților maxilarului și mandibulei.

Pentru o corectă înclinație față de verticală a conului localizator este necesar ca:

- planul ocluzal al arcadei de examinat a pacientului să fie în poziție orizontală,
- conul localizator să fie centrat pe linia apexurilor, o linie imaginară trasată la

maxilarul superior între aripa nasului și tragus, iar la mandibulă la 1cm deasupra marginii bazilare între vârful mentonului și lobul urechii.

2.a. Poziționarea pentru incisivii și caninii superiori

Poziția capului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu dinții care mușcă la jumătatea marginii inferioare, dar fiind paralelă cu ea.

Conul localizator – este așezat mediosagital, cu o înclinație de 90° cranio-caudal în raport cu planul de ocluzie, iar raza centrală este orientată la nivelul glabelei, perpendiculară pe film. În cazul aparatelor mici (50 kV și 5 mA) conul se orientează perpendicular pe film la jumătatea nasului, la nivelul suturii oaselor proprii ale nasului cu piramida cartilaginoasă. Dacă dintele de radiografiat este caninul, conul localizator este orientat cranio-caudal la tegumentele de deasupra fosei canine și cu raza centrală perpendiculară pe film.

2.b. Poziționarea pentru premolarii și molarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu dinții care mușcă la jumătatea marginii superioare. Filmul va fi împins posterior până la marginea anterioară a ramului vertical al mandibulei. Perforația filmului este în colțul din stânga jos.

Conul localizator - este așezat mediosagital, cu o înclinație de 90° cranio-caudal în raport cu planul de ocluzie, iar raza centrală este orientată la nivelul unghiului extern al orbitei.

2.c. Poziționarea pentru incisivii și caninii inferiori

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul mult în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5cm, 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu dinții care mușcă la jumătatea marginii superioare. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Conul localizator – se înclină 95° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul simfizei mentoniere.

2.d. Poziționarea pentru premolarii și molarii inferiori

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în hiperextensie, rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5 cm, 5,5x7,5 cm) este plasat ocluzal, cu dinții care mușcă la jumătatea marginii superioare.

Filmul este poziționat mult posterior până la marginea anterioară a ramurii ascendente. Perforația filmului este plasată mezial în colțul din dreapta sus și distal în colțul din stânga sus.

Conul localizator – se înclină 85° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul ramului orizontal al mandibulei, cu raza centrală în spațiul cuprins între premolarul 2 și molarul 1.

Înclinarea de aproximativ 30° a razei centrale spre mezial proiectează molarul 3 spre porțiunea distală și internă a filmului dentar.

Capitol XX

ATRIBUȚIILE ȘI COMPETENȚELE PROFESIONALE ALE ASISTENTULUI DE RADIOLOGIE

C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu

Asistentul medical de radiologie are drept competențe principale: radiografierea pacientului, dezvoltarea filmelor, asistarea medicului la examenele de radiologie. De asemenea, această funcție presupune competențe administrative, de organizare a propriei activități și de comunicare cu personalul medical și cu pacienții.

Din această listă de competențe profesionale, rezultă că activitatea asistentului de radiologie este concentrată pe:

- Competențe generale la locul de muncă
- Activități de radiologie
- Activități de administrație
- Planificarea activității proprii
- Protecția mediului

Competențe generale la locul de muncă

Sunt competențe generale, legate de locul de muncă specific, dar și ale oricărui asistent medical. Este vorba despre:

- Aplicarea normelor de protecție a muncii și de securitate contra incendiilor.

Legislația și normele de protecție a muncii trebuie cunoscute și însușite în conformitate cu specificul locului de muncă. Este vorba atât de legislația generală, dar și de cea specifică activității cu radiații ionizante (NSR). Echipamentul de protecție din dotare este identificat corect și rapid pentru conformitate cu regulamentele în vigoare. Echipamentul de protecție este întreținut și păstrat cu responsabilitate în conformitate cu procedura specifică a locului de muncă. Însușirea clară și corectă a procedurilor de protecție a muncii se realizează prin participarea la instruktajul periodic de protecție, efectuat atât în laborator de către medicul radiolog cât și general, organizat și efectuat de unitatea sanitară și medicul de medicina muncii.

Asistentul de radiologie trebuie să se asigure că întreaga activitate este efectuată în condiții de securitate și în conformitate cu NPSI. Procedurile PSI sunt însușite prin instructaje periodice, dar și prin aplicații practice organizate de responsabilul PSI din unitatea sanitară. Echipamentele de stingere a incendiilor din dotare sunt utilizate cu rapiditate și cu competență pentru eliminarea pericolelor ivite la locul de muncă. Echipamentele de stingere a incendiilor pot fi: hidranți, extinctoare, lopeți, nisip, târnăcoape, găleți.

Măsurile de prim ajutor sunt însușite cu corectitudine. Trebuie cunoscute și aplicate procedurile de urgență și de evacuare. Accidentul apărut este semnalat prin contactarea cu promptitudine a personalului din serviciile abilitate.

- Asigurarea condițiilor igienico - sanitare generale în cabinetul de radiologie

Urmărirea realizării igienizării generale și a curățeniei în spațiile de lucru se realizează de către asistentul de radiologie. Spațiile de lucru sunt aerisite natural și / sau prin instalații de climatizare și ventilație. Efectuarea curățeniei în spațiile de lucru este solicitată persoanei abilitate să o realizeze. Spațiile de lucru sunt curățate și igienizate la sfârșitul programului și ori de câte ori este nevoie. Aparatele și instrumentele sunt menținute în stare de curățenie și integritate. Instrumentele și aparatele sunt dezinfectate după fiecare utilizare, conform normelor igienico - sanitare.

Dezinfecția este efectuată la sfârșitul programului și ori de câte ori este nevoie. Asistentul, verificat de medicul radiolog, trebuie să se asigure că metoda de dezinfectare este cea corespunzătoare tipului de aparat / instrument utilizat în departamentul de radiologie. De asemenea el trebuie să verifice concentrația soluțiilor chimice dezinfectante care să fie cea standard.

- Comunicarea interactivă la locul de muncă

Nu este specifică locului de muncă, ci intră în obligațiile generale ale oricărui asistent medical. Ea se face sub supravegherea medicului șef. Criteriile de realizare sunt:

a. Metoda de comunicare este utilizată corespunzător situației date pentru transmiterea și primirea corectă și rapidă a informațiilor.

b. Transmiterea și primirea informațiilor este efectuată permanent cu respectarea raporturilor ierarhice și funcționale.

c. Limbajul utilizat este specific locului de muncă pentru primirea și transmiterea informațiilor cu corectitudine.

d. Modul de adresare utilizat este concis și politicos.

e. Întrebările utilizate sunt pertinente și logice pentru obținerea de informații suplimentare și clarificări.

f. Opiniile proprii sunt susținute cu argumente clare prin intervenții prompte și logice.

g. Participarea la discuții în grup este efectuată prin sprijinirea și respectarea opiniilor și drepturilor celorlalți colegi.

h. Problemele sunt discutate și rezolvate când este posibil, printr-un proces agreeat și acceptat de toți membrii grupului.

i. Divergențele apărute sunt comunicate deschis șefului direct pentru rezolvarea cu promptitudine a acestora în scopul desfășurării activității în mod fluent.

- Dezvoltarea profesională

Criteriile de realizare a acestui deziderat sunt:

a. Necesitatea dezvoltării profesionale este identificată prin autoevaluare sau de către șefii ierarhici.

b. Necesitatea perfecționării profesionale este identificată în raport cu calitatea rezultatelor muncii efectuate.

c. Tematica cursurilor de instruire / perfecționare este adecvată necesităților de pregătire identificate.

d. Literatura de specialitate este consultată periodic pentru asigurarea unui volum de informații noi, necesare creșterii calității activității.

e. Cunoștințele dobândite sunt aplicate în activitatea curentă în scopul creșterii calității rezultatelor muncii.

- Efectuarea muncii în echipă

Este o cerință generală pentru orice asistent medical și se realizează prin:

a. Identificarea rolurilor specifice muncii în echipă.

b. Rolurile sunt identificate în conformitate cu informațiile despre lucrare.

c. Atribuțiile sunt prelucrate în funcție de indicațiile șefului direct.

d. Sugestiile sunt furnizate cu claritate și cu promptitudine.

e. Formele de comunicare sunt utilizate în funcție de activitatea desfășurată.

f. Problemele sunt rezolvate printr-un proces agreeat și acceptat de toți membrii echipei.

g. Munca în echipa este efectuată cu sprijinirea și respectarea drepturilor celorlalți colegi.

h. Acordarea de asistență este cerută atunci când este cazul.

Activități de radiologie

Reprezintă atribuțiunile și activitățile specifice pe care le prestează asistentul de radiologie la solicitarea și sub supravegherea medicului radiolog. Sunt reprezentate

de asistarea medicului la examenele radiologice, pregătirea și protejarea pacientului, prepararea materialelor necesare examinării radiologice, radiografierea pacientului, realizarea radiografiei din punct de vedere tehnic și utilizarea aparatului radiologic.

Pregătirea pacientului pentru examinare se realizează astfel:

- a. Pacientul este informat cu promptitudine despre examenul pe care îl va efectua.
- b. Pacientul este pregătit din punct de vedere psihologic, explicându-i-se senzațiile / reacțiile pe care le poate avea pe parcursul examinării.
- c. Pacientul este verificat dacă îndeplinește condițiile specifice pentru examinare.

Radiografierea pacientului

Reprezintă o succesiune de operații, care, efectuate în ordine și corect conduc la realizarea unor radiografii de calitate și evitarea iradierii excesive a pacientului. Aceste operațiuni sunt:

- a. Înregistrarea pacientului.
- b. Alegerea filmului radiologic, ținând cont că dimensiunea filmului este aleasă în funcție de zona care va fi radiografiată, iar filmul ales îndeplinește condițiile de utilizare.
- c. Delimitarea fasciculului de raze: fasciculul de raze este delimitat în funcție de zona de radiografiat la dimensiunea minimă necesară, pentru protejarea pacientului.
- d. Reglarea parametrilor de expunere la panoul de comandă al aparatului.
- e. Poziționarea pacientului: pacientul este poziționat corect în funcție de examenul radiologic și de starea lui fizică. Poziționarea se face și cu ajutorul materialelor auxiliare, specific tipului de examinare.
- f. Executarea radiografiei:

Executarea radiografiei se face cu respectarea timpilor prevăzuți. Operațiunea se face cu rapiditate, imediat după ce pacientul a fost poziționat și pregătit. Protejarea pacientului se face cu mijloace de protecție care corespund standardelor de utilizare. Mijloacele de protecție sunt alese în funcție de vârsta pacientului. Sunt protejate, în mod special, conform reglementărilor specifice, persoanele tinere, copiii și femeile în perioada fertilă.

g. Înregistrarea dozei de radiație absorbită de pacient (dacă aparatul este dotat corespunzător). În cazul mai multor expuneri succesive la aceeași examinare se va notifica doza totală.

- h. Developarea filmului.

- i. Înscrierea datelor de identificare ale pacientului pe film.
- j. Prezentarea filmului pentru interpretare medicului radiolog
- k. Asistarea pacientului până când acesta părăsește camera de examinare.

ATENȚIE:

Asistentul de radiologie efectuează expuneri radiografice NUMAI la indicația și sub supravegherea medicului radiolog!

Rolul asistentului în efectuarea examinării fluoroscopice

- a. Înregistrarea pacientului
- b. Pregătirea pacientului pentru examinare
- c. Prepararea substanței de contrast (conform indicațiilor medicului radiolog).

Concentrația și cantitatea substanței de contrast corespund tipului examenului și stării pacientului. Modul de administrare a substanței de contrast este în funcție de tipul examenului. Substanța de contrast este preparată, pentru fiecare pacient, în momentul începerii examinării. Substanțele folosite îndeplinesc condițiile de utilizare și sunt preparate respectând toate normele de asepsie și antisepsie.

- d. Asistarea și poziționarea pacientului pe parcursul examinării (dacă este necesar)
- e. Înregistrarea dozei de radiație absorbită de pacient
- f. Asistarea pacientului până când acesta părăsește camera de examinare.

ATENȚIE:

Orice examinare fluoroscopică se face NUMAI de către medicul radiolog!

Realizarea radiografiei din punct de vedere tehnic

- a. Relevarea filmului este efectuată la temperatura standard și cu respectarea normelor de timp prevăzute.
- b. Soluția de relevare îndeplinește condițiile de utilizare.
- c. Filmul este spălat la jet continuu de apă.
- d. Imaginea radiologică este obținută în camera obscură, la tipul de filtru adecvat.
- e. Imaginea este fixată în camera obscură, la tipul de filtru adecvat.
- f. Soluția de fixare îndeplinește condițiile de utilizare.
- g. Filmul este spălat cu atenție pentru îndepărtarea produselor chimice.
- h. Filmul este uscat în dispozitive speciale.

Utilizarea aparaturii radiologice

- a. Aparatele sunt verificate la începutul programului.
- b. Alimentarea cu curent electric a aparatelor este corect verificată.
- c. Defecțiunile constatate sunt semnalate cu promptitudine medicului radiolog și serviciului tehnic.
- d. Aparatele sunt supravegheate periodic sau permanent.
- e. Este supravegheată funcționarea aparatelor la parametri stabiliți.
- f. Abaterile parametrilor stabiliți sunt corectate cu promptitudine.
- g. Completează și ține evidența în registrul de mentenanță a aparaturii.

Activități de administrație

În afara efectuării examenelor radiografice și de asistare a medicului radiolog asistentul de radiologie trebuie să îndeplinească și o serie de activități de ordin administrativ. Acestea sunt:

- Aprovizionarea cu substanțe și materiale de radiologie
- Centralizarea datelor din documentele de evidență
- Completarea documentelor specifice activității de radiologie

Aprovizionarea cu substanțe și materiale de radiologie

Estimarea necesarului de substanțe și materiale sanitare necesare laboratorului este una din sarcinile administrative pe care asistentul de radiologie trebuie să o facă periodic sau ori de câte ori este nevoie. Necesarul de substanțe și materiale este estimat în funcție de consumul constant și de tipul examenelor radiologice. Estimarea se face consultându-se cu medicul radiolog și în raport cu bugetul aferent laboratorului de radiologie. La sosirea substanțelor și materialelor solicitate asistentul de radiologie este obligat să facă recepția tuturor materialelor. Recepția se face pe baza documentelor specifice de livrare. Materialele și substanțele sunt verificate cantitativ și calitativ prin comparare cu specificațiile documentației de livrare.

Materialele și substanțele sunt manipulate cu atenție pentru evitarea deteriorării acestora și a accidentelor. Ele sunt depozitate în condiții optime de accesibilitate. Condițiile de depozitare sunt cele specificate de furnizori pentru fiecare tip de materiale și substanțe.

Sunt considerate materiale: filme, casete, folii întăritoare de imagine, consumabile, medicamente pentru prim ajutor, iar substanțe: soluții pentru dezvoltat, substanțe de contrast, soluții dezinfectante.

Centralizarea datelor din documentele de evidență

Pentru realizarea acestui deziderat se începe cu colectarea datelor din documentele de evidență. Sunt colectate toate datele înscrise în condica de cabinet și care se referă la consumul de materiale. Datele sunt colectate periodic în intervalul de timp prevăzut pentru această activitate.

După colectarea datelor se procedează la întocmirea documentelor centralizatoare. Acestea sunt întocmite în funcție de tipul materialului consumat și de tipul activității radiologice.

Documentele sunt întocmite periodic, la intervale prevăzute.

Completarea documentelor specifice activității de radiologie

Documentele specifice sunt: condica de cabinet sau foaia de observație a pacientului.

Date înregistrabile:

- date personale ale pacientului
- diagnosticul pacientului
- zona de radiografiat
- numărul filmelor consumate
- numărul expunerilor aparatului
- doza de iradiere încasată de pacient
- intoleranțele declarate de pacient pentru administrarea substanței de contrast
- fișele de consimțământ ale pacientului la procedurile la care urmează a fi supus.

Planificarea activității proprii

- a. Sarcinile sunt identificate în totalitate, astfel încât să fie asigurat un flux normal al activității.
- b. Sarcinile sunt analizate stabilind prioritățile și gradul de complexitate.
- c. Etapele de realizare a activității sunt stabilite corect astfel încât să corespundă complexității acestora și timpului alocat.
- d. Etapele activității sunt stabilite cu atenție identificând fazele și ordinea de desfășurare pe priorități.
- e. Programul de lucru este întocmit cu atenție ținând cont de etapele stabilite astfel încât să fie acoperite toate activitățile.
- f. Programul este întocmit flexibil, astfel încât să se țină cont de urgențele medicale.

Protecția mediului

În afara măsurilor de ordin general de protecție a mediului, asistentul de radiologie operează cu materiale și substanțe care au un circuit special.

Pentru protecția mediului asistentul trebuie să ia următoarele măsuri:

- Soluțiile și materialele uzate sunt colectate în recipiente speciale.
- Soluțiile și materialele uzate sunt colectate în totalitate.
- Depozitarea soluțiilor și materialelor uzate se face astfel:
- Soluțiile și materialele uzate sunt depozitate în spații special amenajate.
- Flacoanele și fiolele cu substanțe de contrast utilizate sunt depozitate timp de 24 ore.
- Soluțiile și materialele uzate sunt depozitate separate și în condiții de securitate.

BIBLIOGRAFIE

1. Aldescu C. Radiologie pentru studenți și medici stomatologi. Ed. Polirom, Iași, 1998.
2. Aldescu C, Haba D, Moldovanu A, Moldovanu E. Radiografia dentară digitalizată - metodă modernă de diagnostic. Medicina stomatologică, 2002;1;2(supliment):311-316.
3. Badea RI, Dudea SM, Mircea PA, Stamatian F. Tratat de ultrasonografie clinica, Ed Medicală, București, 2009, ISBN 978-973-39-0618-6.
4. Bhargava SK. Ultrasonography: Basic principles and clinical applications, Ed. Jaypee Brothers Medical Publishers, New Delhi, 2002, ISBN 81-7179-877-2.
5. Cavézian R, Pasquet G. Techniques de radiologie dentaire, Encycl. Med. Chir, Paris, Squelette normal, 30850 A10, 18, 1992.
6. Cordoliani YS, Foehrenbach H. Radioprotection en milieu medical, Ed. Masson, Paris, 2005, ISBN 2-294-05475-X
7. Curhan GC. Prevention of contrast nephropathy. JAMA 2003;289:606.
8. Donnelly LF. Pediatric imaging - Introduction to Pediatrics Diagnostic Imaging, Pediatrics, 2005 : XXII-XXVI.
9. Georgescu SA, Zaharia C. Radiologie și Imagistică Medicală – Manual pentru începători, Ed. Universitară „Carol Davila”, București, 2003.
10. Grancea V. Radiologie Medicală, Ed. Medicală, 1990.
11. Haba D. Tehnici imagistice de explorare a masivului facial, Ed. „Gr.T.Popa” Iași, 2008.
12. Heywang-Köbrunner SH, Schreer I. Imagerie diagnostique du sein (2nd ed), Elsevier Masson SAS, Paris, 2007, ISBN 2-294-01790-0.
13. Hoffer EK, Bloch RD. Percutaneous arterial closure devices. J Vasc Interv Radiol 2003;14:865.
14. Kandarpa K, Aruny JE (eds). Handbook of Interventional Radiologic Procedures, Boston, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001:3.
15. Kastler B. Să înțelegem IRM, ed. Medmun, 2002.
16. Kessel D, Robertson I. Interventional Radiology: A Survival Guide (3rd ed), Elsevier, New York, 2011.
17. Kopans DB: Breast Imaging (2nd ed), Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1998, ISBN 0-397-51302-X.
18. Login S. Tehnică radiologică dentară, Ed. Universul, București, 2000.
19. Lungeanu M. Manual de tehnică radiologică, Ed. Medicală, București, 1988.
20. Thomas KC, Owens C. The paediatric abdomen, Suten Textbook of Radiology and Imaging, 2008: 849-884.
21. Valji K. Vascular and Interventional Radiology (2nd), Saunders Elsevier, Philadelphia, 2006.
22. Walker TG. Diagnostic Imaging: Interventional Procedures, Amirsys / Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2012.
23. ***, Norme de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic și radiologie intervențională: NSR 11, Monitorul Oficial al României nr. 924, 2003.
24. ***, Normele de securitate radiologică – Proceduri de autorizare: NSR 03, Monitorul Oficial al României nr. 764 bis, 2001.